

11621
3



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

UTILIZACION DEL FRUTO DE HUIZACHE (*Acacia pennatula*) COMO COMPLEMENTO ALIMENTICIO PARA BOVINOS EN PASTOREO EN EL TROPICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

ANTONIO ACEVEDO JACOME

ASESORES: DRA. LEONOR SANGINES GARCIA

MC JUAN RUIZ CERVANTES

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2003

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

1



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

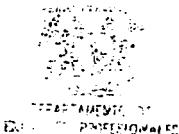
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Utilización del fruto del Huizache (Acacia pennatula)
como complemento alimenticio para bovinos en pastoreo
en el trópico"
 que presenta el pasante: Antonio Acevedo Jácome
 con número de cuenta: 8810174-3 para obtener el título de :
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

AT E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 28 de Mayo de 2003

PRESIDENTE	<u>M.VZ. Humberto Arellano Sánchez</u>	<i>Humberto Arellano S</i>
VOCAL	<u>M.C. Juan Jesús Ruiz Cervantes</u>	<i>J.R.C.</i>
SECRETARIO	<u>M.C. Deneb Camacho Morfín</u>	<i>Deneb</i>
PRIMER SUPLENTE	<u>MVZ. Wilson P. Medina Barrera</u>	<i>Wilson P. Medina Barrera</i>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>MVZ. Carlos Raúl Romero Sasurto</u>	<i>C.R.R.</i>

TESIS CON
 FALSO ORIGEN

DEDICATORIAS:

Porque siempre han estado a mi lado, por sus consejos, su cariño y su apoyo incondicional, Gracias.

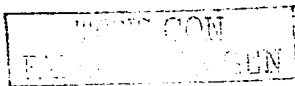
A mis padres **Juani y Virgilio**

A mis hermanos por compartir tantas cosas buenas y mi mayor apoyo en los momentos difíciles.

Rubén, Lilia Ma. y Dora L.

Por creer en mí y en mi tesis, por sus palabras de aliento, por su amistad y ayudarme a crecer en lo personal y profesional.

Dra. Leonor



A mis cuñados por los buenos ratos:

Lety y Fernando.

A mis sobrinos:

Erick, Israel, Magi.

A mis tíos:

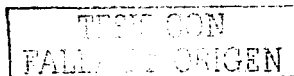
†Lalo y Rosy; Tobias y Lalis; Javier y Luz Ma.; Miguel y Rosalía; Mario y Ceci; Antonio y Mari; Jorge y Gena; †Odilón, Rebeca, Cristy, Chilo, José A. y Clara; †Odilon.

A mis primos:

Jesús, Mary y Yolis; Salvador, Jesús y Mario; Miriam. Erica y Aldo; Lalibel y Monserrat.

A mis amigos:

Marú, Irene, Paulina, Lulú, Gladis, RosaMa, Enrique, Silvia, José Luis, Claudia, René, Paty.



A los colaboradores de la tesis:

**Dr. Fernando Pérez-Gil R.
Rafael Jácome Montero
Yolanda Acevedo Meza
Jesús Jácome Acevedo**

**Gracias por darme las bases de esta carrera y
compartir sus conocimientos.**

Mis Profesores

**A mis sinodales por sus correcciones que
ayudaron a mejorar mi trabajo, gracias.**

**MVZ. Humberto Arellano Sánchez.
MC. Juan Jesús Ruiz Cervantes.
MC. Deneb Camacho Morfín.
MVZ Wilson F. Medina Barrera.
MVZ Carlos Raúl Romero Basurto.**



S

ÍNDICE GENERAL

página

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICAS	vi
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1 Justificación	2
2.2 Antecedentes	3
3. HIPOTÉSIS	4
4. OBJETIVOS	4
5.1 General	4
5.2 Específicos	4
5 REVISIÓN DE LITERATURA	5
5.1 Silvopastoreo	5
5.1.1 Definición de un sistema silvopastoril	6
5.1.2 Tipos de sistemas silvopastoriles	8
5.1.3 Diversidad genética y calidad nutritiva	9
5.1.4 Leñosas forrajeras como suplemento para el ganado	9
5.1.5 Efectos favorables de los animales en sistemas silvopastoriles	10
5.2 <i>Acacia pennatula</i> (huizache)	11
5.2.1 Generalidades	11
5.2.2 Clasificación botánica	12
5.2.3 Descripción	12
5.2.4 Distribución geográfica	14
5.2.5 Importancia	15
5.2.6 <i>Acacia spp</i> en sistemas silvopastoriles	16



	página
5.2.7 Uso de vaina de huizache (<i>acacia pennatula</i>) en alimentación de bovinos.....	17
5.3 Digestibilidad	19
5.3.1 Digestibilidad <i>in vitro</i>	19
5.3.2 Desaparición <i>in situ</i>	20
5.3.2.1 Factores que pueden afectar los valores de desaparición <i>in situ</i>	22
5.3.3. Cinética de digestión.....	24
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	27
6.1 Prueba biológica	29
6.2 Análisis químicos.....	29
6.3 Análisis estadístico.....	31
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
7.1 Material vegetativo.....	32
7.1.1 Producción y composición química del material vegetativo.....	33
7.1.2 Digestibilidad <i>in vitro</i> y desaparición <i>in situ</i>	36
7.2 Fruto de <i>Acacia pennatula</i>	39
7.2.1 Composición química y nutritiva del fruto de huizache.....	39
7.2.2 Digestibilidad <i>in vitro</i> y desaparición <i>in situ</i>	41
7.2.3. Desaparición <i>in situ</i> de la proteína del fruto de Ap.....	44
7.2.4. Factores antifisiológicos.....	44
7.3 Comparación entre material vegetativo y fruto de <i>Acacia pennatula</i>	46
7.3.1 Análisis químico proximal y fracciones de fibra.....	46
7.3.2 Digestibilidad <i>in vitro</i> del material vegetativo y el fruto de huizache.....	48
7.3.3 Desaparición <i>in situ</i> del material vegetativo y el fruto de huizache.....	50

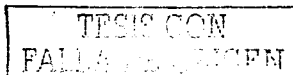


	página
7.4 Resultados y discusión de la prueba biológica.....	51
7.4.1 Consumo de fruto y ganancia diaria de peso.....	52
8. CONCLUSIONES.....	55
9. RECOMENDACIONES.....	55
10. LITERATURA CITADA.....	56

TIENE CON
FALLA DE ORIGEN

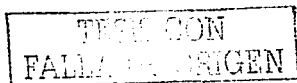
ÍNDICE DE CUADROS

	página
Cuadro 1. <i>Acacias</i> Africanas y los principales consumidores.....	17
Cuadro 2. Composición química de <i>Acacia pennatula</i> comparada con otros forrajes.....	18
Cuadro 3. Recomendaciones para los análisis de determinación <i>in situ</i>	23
Cuadro 4. Resultados del análisis químico proximal del material vegetativo de los períodos de muestreo.....	35
Cuadro 5. Resultados de las fracciones de fibra del material vegetativo de los períodos de muestreo.....	35
Cuadro 6. Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS, MO y MO/100GMS del material vegetativo.....	36
Cuadro 7. Resultados de la desaparición <i>in situ</i> del material vegetativo.....	37
Cuadro 8. Análisis químico proximal a los dos muestreos del fruto de huizache..	40
Cuadro 9. Fracciones de fibra del fruto de huizache de dos sitios de muestreo.....	41
Cuadro 10. Digestibilidad <i>in vitro</i> de los dos sitios de muestreos de fruto de huizache.....	42
Cuadro 11. Desaparición <i>in situ</i> de la materia seca de los dos muestreos de vaina de huizache.....	42
Cuadro 12. Desaparición <i>in situ</i> de la proteína del fruto de huizache.....	44
Cuadro 13. Factores antifisiológicos en muestras de vaina de huizache de dos sitios diferentes de muestreo.....	46
Cuadro 14. Requerimientos nutritivos de bovinos hembras en engorda.....	51
Cuadro 15. Rasgos del comportamiento animal (0-90 días).....	52
Cuadro 16. Ganancia diaria de peso (g) durante el período experimental.....	53



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Acacia spp.</i>	13
Figura 2. Modelo de digestibilidad de un compartimiento	25
Figura 3. Modelo de digestión de primer orden con una fracción soluble y una indigestible.....	26
Figura 4. Distribución de los potreros en que se recolectó el material vegetativo.....	28
Figura 5. Muestreo "al azar dirigido".....	28



ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Curva de temperatura y precipitación pluvial del periodo experimental.....	33
Gráfica 2. Producción de materia seca (kg /m ²).....	34
Gráfico 3. Curva de degradación del material vegetativo del periodo I.....	38
Gráfico 4. Curva de degradación del material vegetativo del periodo II.....	38
Gráfico 5. Curva de degradación del fruto 1.....	43
Gráfico 6. Curva de degradación del fruto 2.....	43
Gráfica 7. Comparación del AQP y energía entre el fruto de huizache y material vegetativo de dos periodos de colecta.....	47
Gráfica 8. Comparación de las fracciones de fibra entre el fruto de huizache y material vegetativo de dos periodos de colecta.....	48
Gráfica 9. Comparación de digestibilidad <i>in vitro</i> entre el fruto de huizache y material vegetativo de dos periodos de colecta.....	49
Gráfica 10. Comparación de digestibilidad <i>in situ</i> de la materia seca entre el fruto de huizache y material vegetativo de dos periodos de colecta.....	50
Gráfica 11. Tasa de digestión y de pasaje del fruto de huizache y material vegetativo.....	50
Gráfica 12. Comportamiento del peso de los animales en el periodo experimental.....	53
Gráfica 13. Consumo vs Ganancia diaria de peso en el periodo experimental.....	54

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química del fruto de *Acacia pennatula* (*Ap*) y el comportamiento productivo de bovinos en pastoreo con y sin complementación de fruto de *Ap*, para lo cual se determinaron el análisis químico proximal, las fracciones de fibra, energía bruta, la digestibilidad *in vitro*, y factores tóxicos y antifisiológicos (ácido tánico, alcaloides, saponinas y glucósidos cianogénicos), la digestibilidad *in vitro* y cinética de desaparición *in situ* del forraje y fruto de *Ap*. En la prueba de comportamiento se utilizaron 10 bovinos hembras de raza criolla cebú de 1 a 1.5 años de edad, con un peso promedio de 200 kg. los animales permanecieron en potreros con dominancia de *Panicum maximum* e *Hyparrhenia rufa*, se pesaron al inicio, 45 y 90 días previo ayuno de 12 horas. En el trabajo se contemplaron 2 tratamientos: animales en pastoreo sin y con complementación de frutos de *Ap* en dos temporadas de la época de lluvias; se llevó un registro del consumo del fruto. Se realizó una prueba T de Student para la prueba de comportamiento productivo y análisis químicos ($P < 0.05$). La producción de material vegetativo y proteína cruda (PC) fue menor en el período 2 (774kg.MS/ha y 8.05%) en comparación con el período 1 (2.078 kg MS/ha y 9.67 % respectivamente). El porcentaje de PC del fruto de huizache fue de 9.55%. Los animales que consumieron fruto tuvieron una ganancia de peso en el período 1 de 466.4g/día y en el período 2 de 284g/día, mientras que los animales que no consumieron fruto ganaron en el primer período 586g/día y en el segundo período perdieron 177g/día, encontrando diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) en el período 2 entre el grupo experimental y el grupo testigo. Se puede concluir que el fruto de *Ap* en las cantidades consumidas por los animales en este estudio (hasta 460 g/animal), no causa problemas de toxicidad. Así mismo el utilizarla en la época en que disminuyen las lluvias, y el forraje es de menor calidad, favorece que los animales no pierdan peso, e incluso mantengan una tendencia de ganancia de peso.

TESIS CON
FALLA EN LENGUAJE

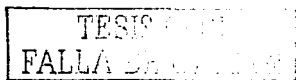
2. INTRODUCCIÓN.

En el trópico mexicano, existe una gran variedad de árboles y arbustivos con potencial para ser incorporadas en la alimentación animal, a través de los sistemas agrosilvopastoriles, dando un uso racional a los recursos naturales; sin embargo, actualmente todo este potencial forrajero es desperdiciado, ya que se consideran como malezas, es el caso de *Acacia pennatula*, misma que crece de forma natural en México y se dice "invade y contamina a los potreros de gramíneas" (Cházaro, 1977).

En la región de Jalapa Veracruz en donde los ganaderos la han utilizado, afirman que obtienen buenos resultados tanto en la producción de leche como en ganado de engorda (Cházaro, 1977). Los frutos de *Acacia pennatula* como ingrediente en suplementos para acabado de novillos en pastoreo fueron utilizados por Murrieta (1984). No obstante existir antecedentes de sus propiedades nutritivas, su utilización es de carácter local y generalmente es subvaluada.

2.1. JUSTIFICACIÓN

El uso de concentrados elevan los costos de producción, lo cual hace que la actividad ganadera sea poco rentable. La producción extensiva se basa principalmente en la alimentación a base de pastos y algunos subproductos agroindustriales, los cuales no compiten con las necesidades del hombre. Por otra parte esta planta es una especie nativa perteneciente a la familia de las leguminosas que permiten la fijación de nitrógeno en el suelo, así mismo, puede constituir un recurso importante si se maneja de manera adecuada y sustentable, ya que representa una fuente real y potencial de alimento, o bien de postes para cerca y leña. Es por esto que se considera que la utilización de los frutos de *A. pennatula* puede ser empleada como suplemento en la alimentación animal, principalmente durante la época en que disminuye la calidad del pasto y la lluvia,



constituyendo una alternativa para ayudar a reducir los costos de producción y disponer de un recurso alimentario, mejorar la calidad de la dieta y contribuir en los ingresos de los productores.

2.2 ANTECEDENTES.

Cházaro en 1977, en su estudio hecho en México sobre *Acacia pennatula* (huizache), analiza la gran importancia ecológica y socioeconómica que tienen los huizaches en nuestro país y en particular en la región de Jalapa, Veracruz; reporta además la forma de dispersión endozoica de las semillas, principalmente por bovinos que pastorean bajo la cobertura de estas especies. También incluye algunas recomendaciones de manejo en las áreas de pastoreo. A raíz de esto propone que los huizaches (argaroble) no obstante ser considerado como maleza de potreros y parcelas abandonadas en ciertas regiones del País puede constituir un recurso importante si se maneja adecuadamente ya que representa una fuente real y potencial de postes para cercados, leña, carbón y alimento.

En 1982, Roskoski y otros autores en la obra titulada "Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture (Nitrogen fixation by tropical wood legumes: potential source of soil enrichment)", señala la capacidad de fijación de nitrógeno de nueve especies de leguminosas, entre ellas la *Acacia pennatula* en un estadio de 20 años de edad en condiciones naturales, mostró la capacidad de fijación de 34 kg de nitrógeno por hectárea por año.

En 1984, Murrieta evaluó la utilización de la vaina de huizache (*Acacia pennatula*), como ingrediente en suplementos para acabado de novillos en pastoreo, utilizando como indicadores de evaluación; los aumentos de peso de los animales y el consumo de suplementos por grupo y economía de las raciones. El autor observó que las vainas de la *Acacia pennatula* poseen buena palatabilidad para el ganado bovino y que en proporción de 30 % en el suplemento alimenticio dieron como resultado la disminución de pérdidas de ganancia de peso en el hato.

TESIS CON
FALLA DE CREDITO

Con base a los análisis bromatológicos reportados por Cházaro *et al.*, 1977, practicados sobre la vaina de *Acacia pennatula* en diferentes estados de maduración, y comparando su contenido proteico con el de otros forrajes de uso tradicional, demuestra que las vainas de huizache son efectivamente competitivas en calidad (Lamprey, 1967).

3. HIPÓTESIS

La incorporación del fruto de *Acacia pennatula* (vainas+semilla) en la alimentación de bovinos en pastoreo, mejorará la ganancia de peso de los animales.

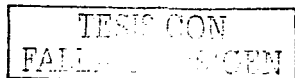
4. OBJETIVOS

General

Evaluar el comportamiento productivo de bovinos en pastoreo y complementados con fruto de huizache (*Acacia pennatula*).

Específicos

- Analizar la composición química del fruto de *Acacia pennatula* (huizache) y del material vegetativo del potrero mediante el Análisis químico proximal (AQP), energía bruta (EB), fracciones de fibra, factores tóxicos y digestibilidad *in vitro*, en dos períodos de la época de lluvia.
- Determinar la cinética de desaparición *in situ* del forraje y fruto de huizache (*Acacia pennatula*).
- Medir la ganancia de peso vivo y consumo de fruto de *A. pennatula* en bovinos en pastoreo en dos períodos de la época de lluvia.



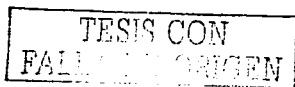
5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 SILVOPASTOREO

En América central y México, el cambio de uso de la tierra más importante que se ha observado durante los últimos cuarenta años ha sido una fuerte reducción de la superficie dedicada a los bosques. Aunque, debe señalarse que en la presente década ha declinado la tasa de deforestación, con respecto a la observada en los años setentas y ochentas (FAO, 1994). La mayor parte del área deforestada ha sido dedicada a pasturas, ya sea directamente, o después de haber sido usada por un tiempo en cultivos anuales. Sin embargo, en los últimos años se ha incrementado el abandono de áreas cubiertas por pasturas, dando paso a los "montarrales", y eventualmente a los bosques secundarios (Kaimowitz 1996; citado por Pezo 1999).

La reducción de la cobertura boscosa por si mismo ha sido un factor desencadenante del deterioro ambiental, pero el problema se ha visto exacerbado ya que más del 50 % de las áreas de pastura se encuentran hoy en franco proceso de degradación (Pezo et. al. 1992; Holmann et. al. 1995; citado por Pezo 1999). Esto ha sido consecuencia de la implantación de practicas de manejo no racionales (por ejemplo quemas no controladas, prácticas de labranza inapropiadas, ausencia de coberturas vegetales y de otros métodos de conservación de suelos, sobrepastoreo entre otros) en muchas de las áreas deforestadas. Algunas de las expresiones de dicho deterioro son: pérdida de la biodiversidad, compactación y erosión de los suelos, ruptura del balance hídrico en las cuencas y el incremento en la emisión de gases que contribuyen al calentamiento global (Serrão y Toledo 1990; Pezo e Ibrahim 1996; citado por Pezo 1999).

En la presente década, todos los países de la región han incorporado el desarrollo sostenible, la liberación de los mercados, y la reducción o eliminación de los subsidios como elementos fundamentales en sus políticas agrarias (Riesco 1992;

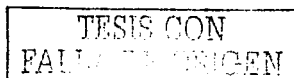


citado por Pezo 1999). Esto crea un nuevo marco para los sistemas de producción animal, en virtud de que no solo deberán incrementar su productividad para responder a las demandas de seguridad alimentarias de una población creciente, sino que tendrán que ser cada vez más compatibles con el uso racional en la base de recursos naturales. Deberán también mejorar su eficiencia en términos reales, para hacerlos más competitivos bajo las condiciones de apertura de mercado y contribuir así al mejoramiento del nivel de vida de las familias rurales (Pezo 1996; citado por Pezo 1999).

Dentro de este contexto, la incorporación de las leñosas perennes (árboles y arbustos) en los sistemas de producción ganadera, es una estrategia que responde a los objetivos anteriormente planteados. Además de su contribución potencial a contrarrestar los impactos ambientales negativos característicos de los sistemas tradicionales, también constituye un mecanismo para diversificar las empresas pecuarias, generar nuevos productos e ingresos adicionales, reducir la independencia de insumos externos, e intensificar el uso del recurso suelo, sin menoscabo de su potencial productivo a largo plazo (Pezo 1999).

5.1.1 Definición de un sistema silvopastoril

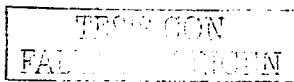
Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles y arbustos), e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras, herbáceas y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim 1996; citado por Pezo 1999). Si bien a menudo se hace mención de sistemas silvopastoriles en los cuales las leñosas perennes constituyen un recurso alimenticio, no debe interpretarse que un sistema ganadero será silvopastoril sólo cuando los árboles o arbustos presentes cumplan un propósito forrajero.



Los objetivos de incorporar el componente arbóreo o arbustivo en sistemas ganaderos, pueden ser múltiples y muy diversos. Así, en algunos casos puede ser el incrementar la productividad del recurso del suelo y el beneficio neto del sistema en el largo plazo, en otros, reducir el riesgo a través de la diversificación de salidas del sistema (por ejemplo Frutas, madera) o atenuar los efectos perjudiciales del estrés climático sobre las plantas y los animales (Russo 1994; Reynolds 1995; citado por Pezo 1999). Cabe anotar que algunos de estos propósitos también aplican cuando se incorporan animales en sistemas forestales (Stür y Shelton 1991; citado por Pezo 1999).

Un ejemplo del primer caso es cuando se dispone de praderas asociadas de forrajeras herbáceas con leñosas perennes, las cuales son sometidas a la defoliación directa por animales en pastoreo. En este caso, la magnitud de las interacciones es alta, pues los animales derivan nutrimentos de ambos grupos de especies, retornan nutrimentos a través de sus excretas, y pueden ejercer eventualmente daños físicos por pisoteo. Además podría haber algún grado de interferencia de la radiación solar por parte del componente leñoso sobre el herbáceo, y aporte de nutrimentos entre ambos componentes a través de la mineralización de materia senescente (Pezo 1999).

El segundo caso, implica la presencia de leñosas perennes sembradas como bloque compacto en una parcela, de ella se cosecha el follaje o los frutos, y estos son transportados a otro sector de la finca, donde se suplementan animales mantenidos en estabulación o en pastoreo. Si bien en este caso no se dan todas las interacciones citadas en el ejemplo anterior, se considera que la finca constituye un sistema silvopastoril por que en ella se presentan interacciones entre las leñosas con los animales, y eventualmente con el pasto. Así, las leñosas y el forraje herbáceo le proveen al animal parte de su dieta, los animales depositan excretas en las pasturas que contienen productos no digeridos tanto de los pastos,



como del follaje o frutos de las leñosas consumidas por los animales. Obviamente, la interacción entre el componente leñoso y los animales sería más intensa si sus excretas fueran retornadas como abono orgánico a las parcelas donde se cultivan los árboles o arbustos forrajeros (Pezo 1999).

5.1.2 Tipos de sistemas silvopastoriles

Las combinaciones de leñosas perennes con pasturas y animales se presentan en formas muy diversas, lo que ha generado diferentes tipos de sistemas silvopastoriles. Muchos de ellos forman parte de la "cultura productiva" de los países tropicales (por ejemplo: cercas vivas, árboles en potrero etc.). En algunos casos se evidencia un diseño claramente orientado a obtener un beneficio económico, social o ecológico de las interacciones entre el componente leñoso con las pasturas y animales, mientras que en otros la presencia del componente leñosas pueden ser el resultado del proceso de retrogresión en la sucesión natural hacia una vegetación climax de bosque (Brown, 1994; citado por Pezo 1999). Tal es el caso de las malezas, aunque esto no quita que los mismos también puedan ser manejados para obtener beneficios similares a los estipulados para los otros sistemas.

Entre las opciones de sistemas silvopastoriles que se pueden encontrar en fincas ganaderas se pueden citar:

- Cercas vivas.
- Bancos forrajeros de leñosas perennes.
- Leñosas perennes en callejones ("Alley Farming").
- Árboles y arbustos dispersos en potreros.
- Pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales.
- Leñosas perennes sembradas como barreras vivas.
- Cortinas rompevientos.



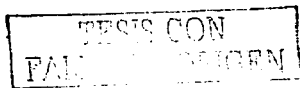
La decisión sobre cuales de estas opciones se implementarán en una finca determinada, será en función de diversos factores, entre ellos los objetivos que tiene el productor con respecto a las leñosas perennes y a las forrajeras; el tamaño de la finca; su localización, topografía; disponibilidad de mano de obra y otros recursos económicos (Pezo e Ibrahim 1996; citado por Pezo 1999). Por ejemplo, en un estudio efectuado en el trópico húmedo de Costa Rica se vio que los pequeños productores (>20 ha) preferían sembrar árboles frutales en los potreros y maderables en las cercas vivas. A medida que se aumentaba el tamaño de finca sus preferencias fueron por árboles maderables en bosquetes y leguminosas arbóreas como cercas vivas (CATIE 1991; citado por Pezo 1999).

5.1.3 Diversidad genética y calidad nutritiva

Cuando se habla de leñosas perennes con potencial forrajero, con frecuencia se acepta que hay diferencias entre especies en cuanto a sus características morfológicas, agronómicas e incluso de valor nutritivo. Sin embargo, con frecuencia se ignora que puede existir también variabilidad entre genotipos de una misma especie (Pezo 1999). Por ello, antes de hacer recomendaciones generales sobre el uso de estas especies, es fundamental buscar información local entre técnicos y finqueros sobre la gustocidad de los genotipos locales, y de no existir experiencia, se deberán efectuar pruebas de campo de la aceptabilidad por parte de los animales (Pezo 1999).

5.1.4 Leñosas forrajeras como suplemento para el ganado

La magnitud de la respuesta al uso del follaje de leñosas perennes está condicionado, además de otros factores, a la calidad de la dieta base, cantidad de consumo, condición corporal y estado fisiológico de los animales que lo consumen (Norton 1994b; citado por Pezo 1999).

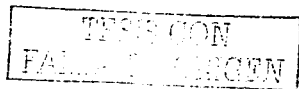


En el caso de dietas típicas del período seco, basadas en el uso de forrajes maduros o residuos de cosechas (caracterizados por altos niveles de fibra y muy pobres contenidos de proteína cruda), la suplementación con estos follajes permite incrementar el consumo de forrajes (Escobar *et. al.* 1996; citado por Pezo 1999), evitar la pérdida de peso, e incluso, lograr ganancias de peso (Norton 1999; citado por Pezo 1999). Además se pueden obtener niveles aceptables de producción de leche, sin que las vacas tengan que hacer uso de sus reservas corporales (Camero *et. al.* 1993; citado por Pezo 1999).

En contraste cuando el forraje base no presenta limitaciones proteicas (<7.5% proteína cruda), como es el caso de las pasturas durante el período de lluvias, los aumentos observados en la producción de leche por vaca han sido inferiores al 20 % (Kass *et. al.* 1993b; citado por Pezo 1999). Sin embargo, un efecto substitutivo parcial sobre el pasto puede redundar en incrementos en la carga animal (vaca/hectárea) mantenida por las pasturas, y por ende, en una mayor producción por hectarea.

5.1.5 Efectos favorables de los animales en sistemas silvopastoriles

La presencia de los animales en sistemas silvopastoriles también puede ejercer efectos favorables sobre las leñosas perennes, pues el consumo de los frutos puede constituirse en un mecanismo efectivo de dispersión de semillas (Somarriba 1985; citado por Pezo 1999), siempre y cuando éstas no sean destruidas en el proceso de masticación o por la acción de ácidos y jugos gástricos. Por otro lado, cuando los animales cosechan la vegetación herbácea, están consumiendo un material potencialmente combustible, disminuyendo de esta manera el riesgo de incendios (Couto *et. al.* 1994; citado por Pezo 1999). Además, es una forma de reducir costos (Tajuddin *et. al.* 1991; Couto *et. al.* 1994; citado por Pezo 1999) pues en el manejo normal de plantaciones se hace necesario controlar la competencia ejercida por plantas invasoras.



5.2 *Acacia pennatula* (Huizache)

5.2.1 Generalidades.

El nombre científico proviene del género ACANTOS AKAKIE-ESPINA; HUIZACHE, el nombre vernáculo en nuestro país tiene su origen en la palabra náhuatl HUIXTLI-ESPINA, que por castellanización pasó a huixtle y después a huizache. Es interesante observar que ambos nombres, aún cuando de tan distinto origen, coinciden en el mismo carácter (Cházaro 1977).

El género *Acacia* en México está representado por 64 especies. En el norte y centro del país, en entidades donde prevalecen condiciones climáticas áridas o semiáridas, las especies de *Acacia* más comunes son la: *A. farnesiana*, *A. tortuosa*, *A. Constructa* y *A. verrucosa*. En zonas con mayor precipitación se encuentran: *Acacia cymbispina* y *A. pennatula*. En el estado de Veracruz, hasta ahora se le considera representada por 23 especies, entre ellas se encuentra la *Acacia pennatula*. (Cházaro 1977).

Acacia pennatula, se conoce comúnmente con el nombre de huizache, argoroble o espio en diferentes regiones de México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2.2 Clasificación botánica.

Reino: Vegetal.
Subreino: Tracheophyta.
División: Embryophyta siphonogama.
Subdivisión: Angiospermae.
Orden: Rosales.
Familia: Leguminosae.
Subfamilia: Mimosoideae.
Género: Acacia.
Especie: pennatula.
Nombre científico: Acacia pennatula.
Nombre común: Huizache, argaroble, espino.

Cruz R. (1988)

5.2.3 Descripción.

Acacia pennatula pertenece a la familia *Leguminosae*, y a la subfamilia de las *Mimosaceae*. Es un arbusto espinoso hasta de 15 metros de alto con la copa aplanada; hojas alternas compuestas de numerosos pares de espinas con hojuelas muy pequeñas, oblongas; flores en cabezuelas esféricas amarillas; legumbres de 6 a 12 cm de largo rollizas (Miranda, 1975).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

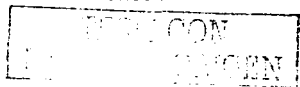


FIGURA 1. *Acacia* spp.

Esta especie fue descrita originalmente en Berlín por los botánicos alemanes Friederch Von Scldenadaal & Adalbertus Von Chamisso como *Igna pennatula*. Es una planta hidrófita, que puede medir de seis hasta 15 metros de altura, y presenta un fuste de 20 a 100 mm de diámetro. Sus ramas son muy extendidas alcanzando una cobertura hasta de 10 m² (Cházaro 1977).

La raíz es típica, con ramificaciones secundarias horizontales y bastante extendidas, por lo que se puede desarrollar en lugares adversos. Las hojas bipinnadas miden de 6 a 12 cm de largo, constan generalmente de 20 a 35 pares de espinas primarias y 20 a 30 secundarias. La floración del huizache dura aproximadamente dos meses y medio, presentando su pico de floración entre la segunda quincena de abril y la primera de mayo (Cházaro 1977).

El fruto es una legumbre bacoidea, carnosa, compresada indehiscente, de 5 a 12 cm de largo, por 2 a 2.5 cm de ancho y 6 mm de grueso, un árbol puede producir de 8 a 9 mil frutos, en el interior de los mismos se han encontrado de 5 a 16 semillas en



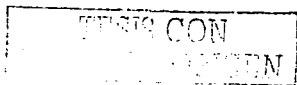
otras tantas cavidades. La enorme producción de frutos y por lo tanto de semillas individuales, hace que el huizache tenga un alto potencial en producción de una posible materia prima para alimento de animales domésticos (Cházaro 1977).

En la zona centro del estado de Veracruz, los frutos empiezan a aparecer en junio, los cuales tiene un período de maduración muy prolongado, primero crecen en longitud y anchura, generalmente hasta el mes de agosto, después que han alcanzado su tamaño normal, empiezan a "llenar", es decir, aumentar en grosor, esto sucede hasta los meses de octubre y noviembre, para éste tiempo los frutos todavía están de color verde claro (Cházaro 1977), la madurez la alcanzan en el mes de febrero. Los únicos enemigos naturales de los frutos de *Acacia pennatula* son unos insectos del género *Coléoptera*, Familia *Bruchidae* y del género *Acanthoscelides*, conocido vulgarmente como gorgojos (Cházaro 1977).

Las vainas almacenadas pueden perder más del 50% de viabilidad de sus semillas, pero afortunadamente esto afecta poco a sus propiedades forrajeras. Los árboles de *Acacia pennatula* a partir del quinto año, están ya en edad reproductiva, y tienen en lo sucesivo la peculiar característica de poseer durante todo el año elementos reproductivos (flores y/o frutos), lo que da una mayor disponibilidad de la vaina durante una amplia temporada del año (Cházaro 1977).

5.2.4 Distribución geográfica:

Está ampliamente distribuida en nuestro país, se le encuentra, sobre todo, en la vertiente del pacífico en los estados de Sonora y hasta Chiapas, pasando por Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. En tanto, en la vertiente del golfo de México está poco distribuida localizándose únicamente en los estados de Veracruz, Campeche y Yucatán. En el centro de la República Mexicana se localiza en: Durango, San Luis Potosí, Aguascalientes, Zacatecas, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Morelos y Estado de México (Cházaro 1977). Alcanza su límite



de distribución septentrional por la vertiente del pacífico, en el NO de Sonora (paralelo 30N), en tanto por la vertiente del golfo, sólo hasta el paralelo 20N. Su limite de distribución meridional dentro de la República Mexicana, se sitúa en el estado de Chiapas, a la altura de los lagos de Montebello (aprox. 16N). Esta especie se ha reportado también en Guatemala, Honduras, El Salvador, y Nicaragua. Standley y Stryermark la citan incluso en Colombia (Cházaro 1977).

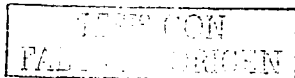
Tiene un amplio rango altitudinal; va desde el nivel del mar hasta los 2300 msnm., en el estado de Veracruz, hasta ahora, no se ha observado en altitudes superiores a los 1700 msnm; esto se puede explicar, probablemente, a que existe una alta precipitación y disminución de la temperatura conforme se incrementa la altura, estos dos factores actuando juntos, pueden ser limitantes para que la especie sobreviva en estas condiciones (Cházaro 1977).

5.2.5 Importancia.

Debido a su amplia distribución y número de especies a nivel mundial, ya que se localiza en Australia, África, México, Centroamérica y Sudamérica, las *Acacias* tienen una importancia socioeconómica considerable.

Los usos que se le han dado a la *Acacia pennatula* (huizache) en el estado de Veracruz son los siguientes:

- a) Ramas: leña para combustión, carbón de buena calidad postes para cercar potreros.
- b) Árboles: para sombra del café; o sombra para el ganado en potreros.
- c) Flores: se extrae aceites esenciales para perfumes.
- d) Frutos: alimento para ganado de engorda, ya sea como complemento molido y/o mezclado con rastrojo, melado, etc. (Cházaro 1977).



En la región centro del estado de Veracruz durante los meses de mayo y abril, época de mayor calor y menor precipitación, los frutos de huizache se desprenden y el ganado los consume. En las localidades donde abunda, originalmente fue utilizada para alimentar equinos, pero el ganado bovino, tradicionalmente la consumía cuando se encontraba en libre pastoreo, al observar, que los animales presentaban un aspecto más vigoroso en relación a los que se alimentaban exclusivamente de rastrojo y grama, se empezó a utilizar como suplemento alimenticio en la dieta de bovinos y ovinos (Cházaro 1977).

5.2.6 *Acacia spp* en sistemas silvopastoriles.

Acacia spp. es un género ampliamente representado con cerca de 600 especies distribuidas en los trópicos y ambos hemisferios, es indudable que las diversas especies del género tienen y han tenido siempre un alto valor desde el punto de vista forestal, industrial y económico por las diferentes sustancias que se extraen, además de otras utilidades secundarias como para uso forrajero y silvícola (Lamprey 1967). El género *Acacia* muestra una gran diversidad de asociaciones con herbívoros, la mayor parte de este género presentan nódulos de bacterias *Rhizobium* y puede tener interacción de hongos con *VA-mycorrhiza* (Ross 1979, Schultze et al 1991). La polinización con insectos es también característica de las especies africanas del género, el cual produce una pequeña cantidad de polen (Ross 1979) y son conocidas como una fuente real de néctar por los apicultores (Svensson 1991).

Los frutos de estas especies son consumidas tanto por animales domésticos como salvajes (Brynard 1960, Lampray 1967) mostrando dos características que facilitan su dispersión: frutos sellados (no abren al madurar) y semillas duras con cubierta de lignina, la cual le permite pasar por el sistema digestivo de los herbívoros sin ser modificada. El cuadro 1 muestra las especies africanas y sus principales consumidores.

TESIS CON
FALLA DE LENGUAJE

Cuadro 1. Acacias Africanas y los principales consumidores

Especie	Consumidor	Autor	Año
<i>A. albica</i>	Elefantes	Gwynn	1969
	Ganado vacuno, jirafas, rinoceronte negro, antilopes negros.	Palmer y Pitman	1972
<i>A. edgeworthii</i> <i>A. erioloba</i> <i>A. farnesiana</i> <i>A. gummifera</i> <i>A. haematoxylon</i> <i>A. hebeclada</i> <i>B. A. kirkii</i>	Ganado vacuno y caballos	Janzen y Martín	1982
<i>A. nilotica</i> <i>B. A. Tortilis</i>	Elefante, eland, impala.	Burt	1929
	Jirafa, nyala, duiker.	Brynard y Peinar	1960
	Impala, gacela thompson's, dikidik	Lamprey	1974
	Ganado vacuno	Gwynn	1969
<i>A. sieberina</i>	Gacela thompson.	Burt	1929
	Eland, rinoceronte, elefante	Leistner	1959
<i>A. stuhlmanni</i>	Ganado vacuno.	Gwynn	1969
<i>A. xanthophloea</i>	Jirafas.	Brynard y Peinar	1960
	Babun, monos.	Palmer y Pitman	1972

5.2.7 Uso de vaina de huizache (*Acacia pennatula*) en alimentación de bovinos.

A partir de las entrevistas y pláticas con ganaderos y colectores de vaina en la región de Jalapa, Ver. se puede constatar, que a pesar que existen algunos antecedentes sobre las propiedades nutritivas de los frutos de *Acacia pennatula* su

uso es muy restringido, su comercialización es de un carácter muy local y en general esta subvaluada. Los ganaderos que la han utilizado la aprecian mucho, ya que afirman obtener muy buenos resultados tanto en producción de leche como en ganado de engorda. Además de que la *Acacia pennatula* es una planta nativa perteneciente a la familia de las leguminosas que permiten la fijación de nitrógeno en el suelo.

Cuadro 2. Composición química de *Acacia pennatula* comparada con otros forrajes.

Especie	Compuesto (g/100 g)				
	E.L.N.	P.C.	Extracto Etéreo	F.C.	Cenizas
Vainas de mezquite	50.3	13.8	2.9	28.3	4.7
Vainas de huizache	49.2	15.8	3.6	28.2	3.7
Semillas de ojoche u ojite	76.43	11.8	4.14	3.84	3.79
Zacate guinea o privilegio	50.7	4.2	3.5	40.1	1.5
Maíz	82.58	9.31	4.71	1.98	1.42
Vainas de <i>Acacia albica</i> (de África Oriental)	56.33	12.47	1.0	25.43	3.77

Cházaro B. M. 1997

E.L.N. = Extracto libre de Nitrógeno. P.C. = Protefna cruda. F.C. = Fibra cruda

En 1984, Murrieta evaluó la utilización de la vaina de huizache (*Acacia pennatula*), como ingrediente en suplementos para acabado de novillos en pastoreo, utilizando como indicadores de evaluación; los aumentos de peso de los animales y el consumo de suplementos por grupo y economía de raciones

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.3 DIGESTIBILIDAD

El análisis de la digestibilidad de un alimento es muy importante ya que marca la diferencia entre la alimentación cuantitativa y la cualitativa (Maynard *et al.*, 1986), determina la proporción de los nutrimentos consumidos y absorbidos que pueden ser aprovechados por el animal, permite predecir el valor nutritivo de los alimentos y cómo esta dieta va a cambiar la población microbiana y el estado fisiológico del animal.

El valor nutritivo potencial de un alimento puede estar determinado en primera instancia por el análisis químico proximal, pero el valor real del mismo para el animal, sólo se puede lograr a través de un análisis de las pérdidas inevitables que ocurren durante la digestión, absorción y metabolismo (Minson, 1982). Los métodos para la medición de la digestibilidad que implican el empleo de animales vivos (*in vivo*), resultan costosos en cuanto al tiempo, la mano de obra calificada, las grandes cantidades de alimento y el número de análisis químicos (Maynard *et al.*, 1986 y Shimada, 1983), por lo que se han desarrollado los estudios de digestibilidad *in vitro* o en rumen artificial.

Existen diferentes factores que pueden afectar la digestibilidad de un alimento como son la composición y preparación del mismo, mediante tratamientos físicos, químicos o biológicos; cantidad de fibra y/o lignina presente en él; la cantidad de alimento consumido; tiempo de tránsito gastrointestinal, factores que afecten el apetito, la frecuencia en la alimentación, así como la especie animal, edad y etapa productiva entre otros (Shimada, 1983).

5.3.1 Digestibilidad *In vitro*.

En condiciones de laboratorio, se intenta simular los procesos digestivos en el rumen, donde se lleva a cabo una fermentación anaerobia, utilizándose un sustrato en una solución amortiguadora similar a la composición de la saliva con

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

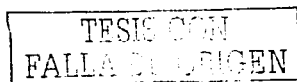
líquido ruminal filtrado y todo el medio saturado de CO₂, ya que los microorganismos ruminales requieren de condiciones anaeróbicas. Los productos finales de la fermentación son principalmente CO₂, CH₄, ácidos grasos volátiles (AGV's) y masa microbiana. La producción de gases o de AGV's pueden inhibir el proceso de fermentación; por lo tanto, debe mantenerse una temperatura constante (39-40°C) y agitación de vez en cuando de las muestras (Tilley y Terry, 1968).

El método más usado es el desarrollado por Tilley y Terry (1968), modificado por Minson y McLeod (1972), que requiere de fermentación con fluido ruminal seguido de una digestión péptica durante 48 horas.

5.3.2 Desaparición *In situ*.

Este estudio se inició utilizando la bolsa de seda natural para investigar la digestión de alimentos en el rumen de borregos fistulizados, que es la mejor manera de simular un ambiente natural con régimen alimenticio específico (temperatura, pH, sustrato buffer, enzimas), aunque el alimento no esté sujeto a la experiencia ruminal total, como es la masticación, rumia y pasaje. Posteriormente la seda fue reemplazada por materiales sintéticos totalmente resistentes a la degradación ruminal; Mehrez y Ørskov (1977) sugirieron la utilización de bolsas de nylon como técnicas rutinarias. Actualmente se utilizan bolsas de dacrón las cuales son más baratas y de un bajo contenido de nitrógeno.

Esta técnica se recomienda para la caracterización de los alimentos en el rumen y ha sido adoptada por el Agricultural and Food Research Council (AFRC) como el método estándar para caracterizar la degradación de la materia seca, nitrógeno y fibra en rumen. Esta técnica permite determinar simultáneamente la cantidad de muestra que es digerida y la tasa a la cual se realiza esta digestión. Se utiliza principalmente cuando se requiere información de las condiciones ruminales sobre



la digestión de un número limitado de muestras. Posteriormente, ha sido adaptada ampliamente alrededor del mundo para evaluar la tasa y los periodos de degradación en el rumen.

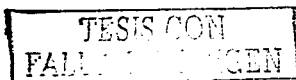
Mehrez y Ørskov (1977), adaptaron el método para estudiar el posible grado de digestión y la tasa a la cual ocurría la degradación. El procedimiento *in situ* se puede utilizar para cuantificar las fracciones solubles, degradables y no degradables del alimento, así como la tasa de digestión de la fracción degradable.

La desaparición de alimento en el tracto digestivo puede ser descrito por dos procesos principales: digestión y pasaje.

a) Digestión: proceso por el cual se puede conocer la proporción de las fracciones soluble, potencialmente digestible, tasa de digestión, tasa de pasaje y digestibilidad verdadera en rumen.

b) Pasaje: Se obtiene el dato de la fracción insoluble en rumen (Udden y Van Soest, 1984).

Los parámetros de la dinámica de digestión son importantes no solamente porque describen la digestión, sino porque caracterizan las propiedades intrínsecas de los alimentos que pueden evitar o retardar su disponibilidad para el rumiante. Las variaciones en la capacidad digestiva y en la tasa de pasaje de residuos no digeridos tienen grandes implicaciones en la nutrición de rumiantes que consumen dietas de baja digestibilidad, como son los forrajes en diferentes etapas de madurez. El flujo y eficiencia de utilización de los nutrimentos por el rumiante, están determinados por la capacidad del tracto digestivo y por las tasas de digestión y pasaje de las partículas sólidas no digeridas.



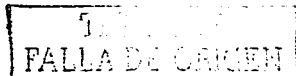
5.3.2.1 Factores que pueden afectar los valores de desaparición *in situ*

Se han estudiado algunos de los factores que influyen en la desaparición *in situ* como: porosidad de las bolsas, la relación de peso de muestra, área superficial de la bolsa (Huntington y Givens, 1995; Mertens y Ely, 1992 y Nocek, 1985) tamaño de la partícula del sustrato, influencia de la dieta, variabilidad debida al animal (Vazant, 1998). El tamaño óptimo de muestra es aquel que proporciona suficiente residuo al final de una incubación para análisis químico sin un sobrellenado de la bolsa que ocasione retardar la adhesión bacteriana, incrementar el tiempo de retraso y subestimar la tasa de digestión; el procedimiento de lavado después de la incubación también es importante, ya que se ha observado en diferentes investigaciones que es muy variable dependiendo de la duración, así como el efecto animal. Este último se ha dividido en tres posibilidades: comparación entre especies, entre animales y dentro del mismo animal (Huntington y Givens, 1995).

Vazant *et al.* (1998) sugieren ciertos procedimientos para estandarizar las determinaciones *in situ*, los cuales se muestran en el cuadro 3.

Ørskov *et al.* (1980) mencionan tres limitantes en esta técnica:

- a) Al ser la muestra confinada dentro de la bolsa, no está expuesta a ninguna reducción debido a la masticación y rumia.
- b) El alimento normalmente podría salir del rumen, una vez que tuviera el tamaño adecuado.
- c) Debe recordarse que lo que es cuantificado es la reducción del material a un tamaño suficientemente pequeño para salir de la bolsa y no necesariamente una degradación completa a componentes químicos sencillos. Por lo tanto, los resultados deben ser tratados con el debido cuidado y, en general ser usados como indicadores cualitativos de los principios generales.



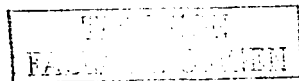
Cuadro 3. Recomendaciones para los análisis de determinación *in situ*

Concepto	Recomendación
Dieta:	
Tipo	60 a 70% de forraje
Nivel de alimentación	mantenimiento
Frecuencia de alimentación	>2 veces/día
Bolsa:	
Material	polyester
Tamaño de poro	40 a 60 μm
Tamaño de muestra: área de superficie	10 mg/cm^2
Procesamiento de muestra:	
Repeticiones:	
Número de animales	>2
Número de días	>2
Número de bolsas	>1
Procedimiento de incubación:	
Preincubación	no es necesario
Posición ruminal	en la parte ventral del rumen
Introducción / Remoción	remoción simultánea
Tiempo de incubación	que describa una curva
Enjuague	mecánico (5 veces 1 min/enjuague)
Corrección microbiana	sí
Modelo matemático	simple disponible y adecuado para describir los datos
Substrato estándar	sí

Vazant, 1988

Mertens (1977) indica que los espacios de los intervalos de incubación son importantes para optimizar el diseño de los experimentos de cinética de la degradación y sugiere que los modelos frecuentes para describir la digestión de los alimentos en el rumen consisten de 3 fases.

1. La fase inicial, conocida como fase lag
2. Un período de degradación rápida, y
3. Una digestión lenta como la proporción del incremento de la fracción, y con el intervalo entre las observaciones se podría hacer una estimación precisa para cada variable.



La fase lag de digestión se define como el período de fermentación inicial, cuando la digestión es constante o se presentan tasas muy reducidas, la cual se muestra como una característica no lineal (Mertens, 1977 y Mertens y Ely, 1982) y se debe a la adherencia o asociación de los microorganismos al sustrato antes de la digestión enzimática (Mertens y Ely, 1982). Medir la hora cero es necesario para distinguir la solubilidad de la digestión y estimar el efecto lag.

5.3.3 Cinética de digestión

Los métodos *in situ* se usan para estimar la cinética de digestión de proteína, materia seca o de las paredes celulares por ser los más apropiados para ello, ya que se pueden medir efectos combinados del alimento y del animal con el objetivo fundamental de medir la tasa intrínseca o inherente y el grado de digestión del alimento, en donde la digestibilidad es proporcional a la concentración de sustrato (Mertens, 1977).

$$dS/dt = -K_s S$$

Donde:

dS/dt = Velocidad a la que disminuye la concentración de sustrato (S)

K_s = Constante de velocidad de la desaparición de sustrato.

La digestión en los rumiantes es un proceso complejo que involucra interacciones dinámicas entre la dieta, la población microbiana y el animal. Conceptos como digestibilidad o eficiencia de conversión son coeficientes generalmente estáticos e independientes del tiempo; sin embargo, ambos procesos van a depender del tiempo de retención y de la velocidad de reacción. La cinética de digestión es importante porque con ella se determina la proporción de nutrimentos consumidos que pueden ser absorbidos y utilizados por el animal; por medio de la cual se pueden determinar las propiedades características de cada alimento que limitan su disponibilidad para los animales, a partir de modelos desarrollados con base en principios biológicos, definiéndolos en fácilmente digestibles, de digestión lenta o en indigeribles (Mertens, 1993).



La porción potencialmente digestible podría ser digerida o bien, pasar de largo; así ocurren dos reacciones simultáneas de primer orden que operan sobre el mismo pool (digestión y pasaje), y se combinan para dar una sola tasa de desaparición aparente del pool potencialmente digestible; mientras que la fracción indigestible sólo puede pasar, pues no sería digerido si se mantuviera en el rumen por un tiempo infinito (Singh *et al.*, 1992).

El concepto de que todos los componentes del alimento no son potencialmente digestibles no sólo simplificó la descripción matemática de la digestión, sino que clarificó la estructura o esqueleto biológico para explicar la digestión. Es intuitivo que la velocidad de digestión es válida únicamente para los componentes potencialmente digestibles; es decir, los componentes indigestibles no pueden tener velocidad de digestión. Por lo tanto, el problema al describir la cinética de digestión, son los residuos remanentes después de la digestión, los cuales son una mezcla de materia indigestible y no digerida. El modelo propuesto por Waldo en 1970 citado por Mertens (1993) se ilustra en la figura 2. Ahí se supone que los residuos indigestibles no desaparecen, mientras que los residuos potencialmente digestibles desaparecen a una tasa que es proporcional a su masa en cualquier tiempo.

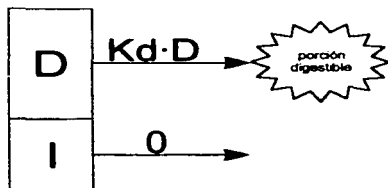


Figura 2: Modelo de Digestibilidad de un compartimento (Waldo, 1972)

Mertens (1993), plantea un modelo de cinética de primer orden con una fracción soluble, potencialmente digestible e indigestible.

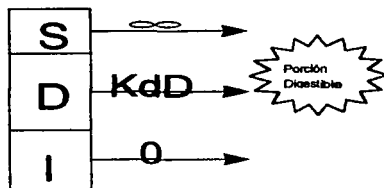


FIGURA 3 Modelo de digestión de primer orden con una fracción soluble y una indigestible

S = Fracción soluble al tiempo cero

D = Fracción potencialmente digestible a cualquier tiempo

I = Fracción indigestible a cualquier tiempo

kd = fracción de la tasa constante de digestión.

La desaparición del material fuera del rumen es la suma del material degradado por la fermentación microbiana y el material con el tamaño de partícula apropiada para ser lavada fuera del rumen. La desaparición del material de las bolsas de nylon con tiempo, por lo tanto es un estimado de la degradabilidad por la actividad microbiana. La relación entre la desaparición de materia seca o proteína (P) de las bolsas con tiempo (t) se puede describir por la ecuación:

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

Donde:

P = potencial de degradación

t = tiempo de incubación

a = fracción soluble

b = Fracción insoluble pero potencialmente degradable

c = tasa constante de desaparición (Kibon y Ørskov, 1993).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6. MATERIAL Y METODOS.

El trabajo de campo se realizó en el predio rústico "Mata de Organo" situado en la región de Boca del Monte, municipio de Comapa, estado de Veracruz; ubicado a 27 km. de la ciudad de Huatusco, Ver., localizado geográficamente a los 19°20' latitud Norte y 96°30' de longitud Este. Con una altitud de 950 msnm. El clima es cálido, subhúmedo y lluvioso en verano, con una temporada de sequía de 3 meses aproximadamente, con influencia de monzón, Aw(m) de acuerdo a la clasificación de Köppen (Acevedo *et al.*, 1990.) La temperatura media anual es de 23°C con una precipitación anual de 1300 mm.

La colecta de los frutos de *Acacia pennatula* (Ap) se realizó en dos localidades el primero en el predio "mata de órgano" se colectaron 50 kg de diferentes árboles y el segundo muestreo en diferentes lugares de la región (250 kg), aproximadamente a unos 10 kilómetros del primer lugar de colecta durante el mes de abril, el fruto se molió en un molino de cuchillas con el objeto de promover el consumo y reducir la diseminación de semillas fértiles en el potrero, posteriormente el fruto molido se almacenó en costales en un lugar seco y fresco.

El material vegetativo (pasto mas arvenses presentes en el terreno) se obtuvo de 5 potreros diferentes de 4 hectáreas cada uno, se hicieron dos muestreos aleatorios con 30 días de diferencia, utilizando un cuadro de 25cm X 25cm, con lo cual se tuvieron 4 puntos representativos para formar un lote. El muestreo se hizo "al azar dirigido" en forma de zig-zag cada 15 mts. La colecta de las muestras se realizó en dos periodos: primero (principios de octubre) y segundo finales de diciembre (cuando empiezan a disminuir las lluvias en forma importante).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

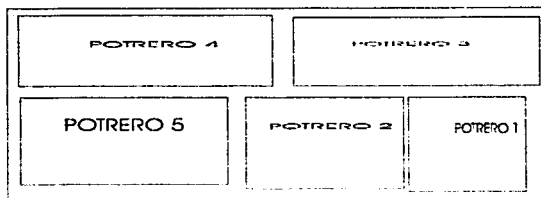


Figura 4. Distribución de los potreros en que se recolectara el material vegetativo.

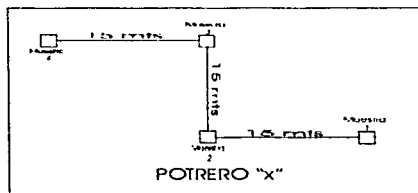


Figura 5. Muestreo "al azar dirigido"

Las muestras se pesaron inmediatamente después de ser colectadas, posteriormente fueron sometidas a temperatura ambiente bajo sombra durante dos días aproximadamente, registrando nuevamente el peso para obtener el valor de humedad del material vegetativo, conservándose en bolsas de papel para sus análisis posteriores.

TESIS CON
FALLA EN EL JUDICEN

6.1. PRUEBA BIOLÓGICA

En esta prueba biológica se utilizaron 10 bovinos hembras de raza criolla cebú de 1 a 1.5 años de edad, con un peso promedio de 200 kg. los animales fueron tratados contra parásitos internos con Levamisol vía intramuscular y externos con Deltametrina por aspersión respectivamente. Después del tratamiento permanecieron en pastoreo durante 23 horas, en un potrero de 23 hectáreas con dominancia de *Panicum maximum* (pasto privilegio o guinea), *hyparrhenia rufa* (pasto jaragua) durante 90 días, para lo cual tuvieron un período de adaptación de 30 días. Los animales se pesaron al inicio, a los 45 y 90 días del experimento, previo ayuno de 12 horas. En el trabajo se contemplaron 2 tratamientos. El primero consistió en la suplementación de frutos de Ap molida a libre acceso en corraletas individuales, la Ap se ofreció por las mañanas (aproximadamente 60 min.). En el segundo tratamiento los animales permanecieron en un corral colectivo el mismo tiempo que tardaban los animales del tratamiento uno, en consumir la suplementación. Se llevó un registro del consumo del fruto, pesando lo ofrecido y lo rechazado para calcular el consumo.

6.2. ANÁLISIS QUÍMICOS.

Los análisis de laboratorio se realizarán en los laboratorios del Departamento de Nutrición Animal de la Dirección de Nutrición del Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición "Salvador Zubirán".

Se utilizó el Análisis Químico Proximal (AQP) por el método propuesto por la Association of Analytical Chemist. A.O.A.C (1995). Para obtener los valores de:

- | | |
|---------------------|------|
| a) Humedad. | (MS) |
| b) Cenizas. | (CT) |
| c) Extracto etéreo. | (EE) |
| d) Proteína cruda. | (PC) |

La energía bruta (EB) se determinó por bomba calorimétrica, las fracciones de fibra por la técnica de Van Soest y Wine (1967) obteniendo los valores para fibra

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

neutra detergente (FND), fibra ácida detergente (FAD), lignina, celulosa y hemicelulosa. Los análisis se realizaron por duplicado.

De los factores tóxicos del fruto de huizache molido se determinaron el ácido tánico (A.O.A.C., 1995), alcaloides (Dominguez, 1979), saponinas (O'Dell, 1952) y glucósidos cianogénicos (AOAC, 1995). Los análisis se realizaron por duplicado.

La digestibilidad *in vitro* se realizó por quintuplicado por el método Tilley y Terry (1968), modificada por Minson y Mc Leod (1972). El líquido ruminal se obtuvo de ovinos criollos adultos cuyo peso era de 35-40 kilos fistulados y equipados con una cánula ruminal permanente. Su alimento fue forraje de alfalfa y avena, 30% de concentrado comercial y sales minerales a libre acceso.

Para la cinética de desaparición *in situ* (Ørskov 1980) del fruto molido, se utilizaron bolsas de nylon que miden de 12 x 8 cm. con bordes redondeados y una porosidad promedio de 1200 a 1600 orificios /cm². Los periodos de incubación fueron de 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36 y 48 horas después de ofrecido el alimento, para lo cual se emplearon cuatro borregos machos entre 35-40 kilos de peso fistulados con cánulas fijas (Bor Daimond). Una vez que se retiraron las bolsas del rumen se lavaron 5 veces por agitación mecánica hasta obtener un líquido de enjuague claro y transparente; posteriormente, fueron secadas a 60°C hasta alcanzar peso constante, para obtener el porcentaje de MS. El residuo se guardó para determinar la cantidad de nitrógeno desaparecido *in situ*. Para ello, se utilizó un modelo de cinética de primer orden propuesto por Waldo et al., (1972) y se calculó siguiendo las recomendaciones de Singh et al., (1992). La evaluación de la materia seca y nitrógeno se realizó de acuerdo con los métodos propuestos por el AOAC (1995). Las muestras se corrieron por duplicado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se utilizó un diseño completamente al azar tanto para la prueba de comportamiento productivo como para los análisis químicos. Los resultados se analizaron a través de la prueba T de Student y en el caso de los análisis químicos cuando se compararon los tres tratamientos se hizo mediante análisis de varianza completamente al azar.

Para la prueba de consumo, se consideraron dos tratamientos con cinco repeticiones cada uno. Las variables de respuesta fueron: ganancia diaria de peso, peso final y consumo de fruto de *A. pennatula*. En el caso de los análisis químicos los tratamientos fueron la época de colecta; siendo las variables de respuesta: humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fracciones de fibra, energía, digestibilidad *in vitro* y desaparición *in situ* de MS.

Los datos obtenidos de cada una de las variables se analizaron por el método de T de Student, Se realizó una prueba de correlación entre consumo y ganancia diaria, así mismo se realizó una prueba de covarianza para la ganancia de peso utilizando como covariable el peso inicial con un nivel de significancia de 0.05, utilizándose el paquete estadístico Statical Analysis System (SAS, 1985).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

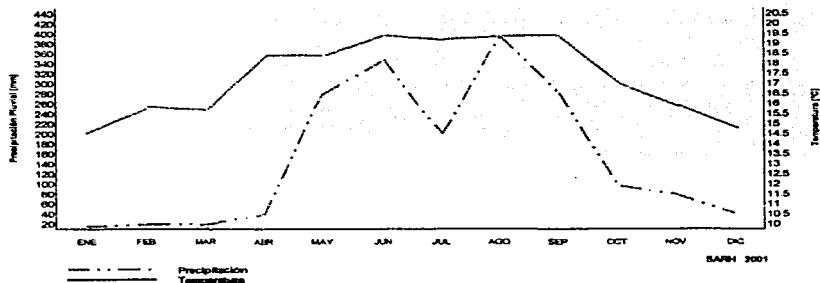
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Material Vegetativo

De los dos periodos definidos en este estudio para la colecta del material vegetativo, el primero se realizó el 22 de octubre, mientras que el segundo fue el 20 de diciembre de 2001. En la primera etapa, las lluvias fueron abundantes con una temperatura cálida, con tiempos de sol prolongados. La pradera se observó de color verde claro, encontrándose gran cantidad de arbustivas forrajeras. Mientras que en la segunda etapa, las lluvias disminuyeron en cantidad de forma considerable, las temperaturas bajaron e incluso en algunos días hubo presencia de niebla, siendo los periodos de sol más cortos. Estos fenómenos provocaron que la pradera se tornara de un color café verdoso, también se encontró presencia de arvenses en el potrero.

En la gráfica 1 se puede observar la curva de temperatura y precipitación pluvial durante el año de 2001 para la región de Huatusco, Veracruz SARH (2001). Para los frutos (vainas con semilla) de *Acacia pennatula*, se obtuvieron dos muestreos en sitios diferentes de distintos árboles en el mes de abril, con la finalidad de obtener una cantidad de 400 kg aproximadamente, mismos que serían empleados en la prueba de comportamiento animal en virtud de ser el momento en que se encontraba disponible el fruto, de manera fácil de cosechar; esto coincide con el comportamiento fenológico de la planta como mencionó Roman (2001), en que el fruto maduro para esta especie en el estado de Colima es en los meses de enero a abril, mientras que el fruto verde se encuentra en los meses de noviembre y diciembre.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Grafica 1. Curva de temperatura y precipitación pluvial del periodo experimental.

7.1.1 Producción y composición química del material vegetativo

En el período uno se pudo observar que la producción promedio del material vegetativo fue mayor (2,078 kg MS / ha) en relación al período dos, ya que en el primero la lluvia fue abundante y el clima caluroso, resultando similar (1,894 kg / ha) al obtenido por Segura *et. al.*(2000), en potreros de pasto jaragua (*Hyperrenia rufa*) con arbustos y arvenses en Yucatán, México. Igualmente Meloap *et al* (2002), mencionaron producciones entre 1391 – 3095 kg /ha en pasto guinea (*Panicum maximum*). La producción promedio en el período 2, fue significativamente menor (774g.MS / m²) debido al clima frío y la disminución de la precipitación pluvial (Gráfica 2).



Gráfica 2. Producción de material seca (kg /m²)

En el primer período (P1), la cantidad de materia seca (MS) del material vegetativo fue en promedio de 49.11%, similar a lo obtenido por Marco *et al.*(1999) que fue de 42.2% de MS; en el segundo muestreo disminuyó el porcentaje de MS en un 33.33% (Cuadro 5), debido a las diferentes condiciones climáticas de cada período, ya que en el caso de P2 el frío y la poca luz solar retrasaron el tiempo de recuperación del potrero.

En el Cuadro 4, se muestran los resultados del AQP del material vegetativo de los períodos de colecta, en este se pueden observar que se encontraron diferencias estadísticamente significativas tanto para la cantidad de MS como de PC, esto concuerda con la etapa fenológica del forraje, así como con las características climáticas que prevalecieron en cada período. Marco *et al* (1999), encontraron niveles de 5 % de PC en praderas con dominancia de pasto jaragua (*hyperthenia rufa*), mientras que Aregheore (2002), obtuvo valores de 8.3 - 11.2% en pasto privilegio (*Panicum maximum*); en este estudio los valores fueron intermedios a los mencionados por los autores antes citados, esto debido a que en la pradera que se trabajó, tenía una mezcla de ambas gramíneas y diferentes arvenses. En el caso de extracto etéreo los resultados son muy similares a los mencionados por Aregheore en el 2002 (1.2 a 1.8% en pasto privilegio).

En lo que respecta a EE y EB no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 4. Resultados del análisis químico proximal del material vegetativo de los periodos de muestreo.

Variable (g./100g MS)	Periodo	Periodo
	I	II
Humedad	50.89 ± 0.48 ^a	84.22 ± 0.80 ^b
Materia seca	49.11 ± 0.48 ^a	15.78 ± 0.80 ^b
Proteína	9.67 ± 0.59 ^b	8.05 ± 0.89 ^a
E. Etéreo	1.54 ± 0.46 ^a	1.74 ± 0.82 ^a
Ceniza	12.85 ± 6.17 ^{ab}	18.74 ± 7.10 ^a
Energía bruta (Mcal/kg)	3.55 ± 0.22 ^a	3.53 ± 0.25 ^a

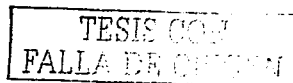
Medias con distinta literal indican diferencias estadísticamente significativas $P < 0.05$ en los ranglones.

En cuanto a las fracciones de fibra (Cuadro 5), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

CUADRO 5. Resultados de las fracciones de fibra del material vegetativo de los periodos de muestreo.

	Periodo	Periodo
	I	II
Fibra neutro detergente	63.85 ± 2.27	59.66 ± 4.58
Fibra ácido detergente	35.36 ± 9.37	36.02 ± 2.70
Hemicelulosa	28.49 ± 9.98	23.64 ± 3.99
Lignina	10.09 ± 3.47	13.50 ± 1.11
Celulosa	25.27 ± 6.20	22.51 ± 1.96
Cenizas insolubles en ácido	1.96 ± 1.0	3.79 ± 1.61

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$).



7.1.2 Digestibilidad *in vitro* y Desaparición *in situ*.

En el Cuadro 6, se muestran los resultados de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DMS) y materia orgánica (DMO), en el se puede observar que no se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre períodos.

CUADRO 6. Digestibilidad *in vitro* de la ms, mo y mol/100gms del material vegetativo.

	Periodo I	Periodo II
Materia Seca (MS)	69.61±4.21	70.56± 3.55
Materia orgánica (MO)	70.36± 3.73	71.65± 2.98
Materia orgánica / 100gMS	74.18± 4.50	76.74± 4.16

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

En lo referente a la desaparición *in situ* se presentan los resultados en el Cuadro 7. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$). Sin embargo con niveles de $P = 0.059$ mostró diferencias estadística, esto puede indicar que el forraje del primer período fue de mejor calidad que el del segundo, aunque esto no se reflejó a nivel estadístico en la digestibilidad de los mismos. En el primer caso, la tasa de digestión estuvo cercana a las condiciones óptimas para el crecimiento de las bacterias celulolíticas ruminales (BCR) (Weimer, 1996), mientras que la digestibilidad verdadera en rumen fue de 38.73%, lo cual coincide con lo reportado por Allen y Mertens (1998), ellos determinaron que con una tasa de digestión (Kd) de 0.04 y una tasa de pasaje (Kp) de 0.06 se obtiene un porcentaje de digestibilidad *in situ* del 40%. En cuanto al forraje del período dos, al disminuir la tasa de digestión y mantenerse la tasa de pasaje, la digestibilidad disminuyó.

Si bien es cierto que se obtuvieron digestibilidades *in vitro* (Cuadro 6) mayores a las de *in situ*, esto está directamente relacionado con la tasa de digestión y de pasaje, pues al ser un alimento en donde el porcentaje de FND es elevado, se

requiere de un mayor tiempo de permanencia del alimento en el rumen, para lograr una mayor digestibilidad. Sería conveniente combinar el forraje con otro alimento que permanezca mayor tiempo en el rumen, pues existe una competencia entre la tasa de pasaje y la tasa de digestión, lo cual se observa en la ecuación de digestibilidad = $Kd / (Kd + Kp)$ (Allen y Mertens, 1988); esta misma ecuación muestra a la digestibilidad relacionada directamente relacionada con la tasa de digestión.

CUADRO 7. Resultados de la desaparición *in situ* del materia vegetativo.

	Período I	Período II
Fracción soluble (a)	13.03 ±4.19	8.62 ±4.91
Fracción potencialmente digestible (b)	21.78± 2.42	29.08±4.20
Fracción indigestible (100-(a+b))	65.18 ±2.99	62.29 ±1.55
Potencial de degradación (%)	34.82 ±2.99	37.70 ±1.55
Tasa de digestión (kd)	0.042 ±0.013	0.027 ±0.011
Tasa de pasaje (kp)	0.064± 0.002	0.062± 0.001
Digestibilidad (kd/(kd+kp))	38.73 ±7.70	30.03± 9.85

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$).

En el gráfico 3 y 4 se pueden observar las curvas de degradación del período I y II, así como las calculadas por el programa Neway para los mismos.

TESIS CON
FALLA DE

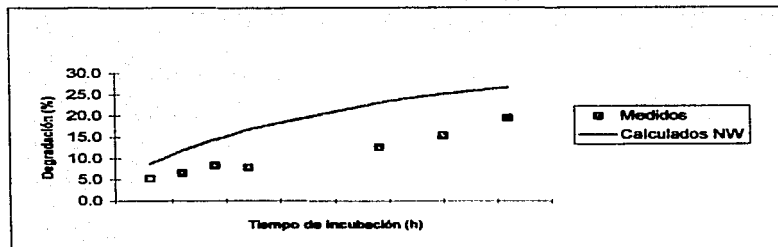


GRAFICO 3. Curva de degradación del material vegetativo del periodo I.

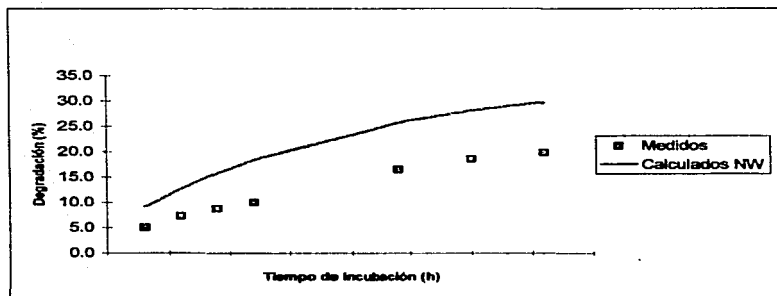


GRAFICO 4. Curva de degradación del material vegetativo del periodo II.

7.2 Fruto de *Acacia pennatula*

7.2.1 Composición química y nutritiva del fruto de hulzache.

Roman *et al.*(2001), mencionaron que la concentración de proteína en la Ap es superior en la semilla ($\pm 30\%$) comparado con la vaina ($\pm 10\%$), también detectaron la necesidad de macerar los frutos para que los nutrimentos de la semilla estén disponibles para el animal, pues poseen una testa muy dura y difícil de macerar durante la masticación, las semillas pasan intactas en el aparato digestivo de los rumiantes. Por eso el fruto fue molido con todo y semillas para la realización de este estudio. Este procedimiento también evita la diseminación de las semillas en los potreros, pues esta especie se propaga muy rápidamente por medio del ganado. En poblaciones densas arbustivas pueden llegar a contarse hasta 4,000 individuos por ha, y esto no es recomendable, debido a que puede formar masas impenetrables (Roman *et al.*, 2001).

Los resultados del AQP de los frutos con sus diferentes procedencias se presentan en el Cuadro 9, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) entre los dos muestreos. Al analizar los resultados obtenidos en este trabajo se puede mencionar que los valores de MS son similares (95.90%) a los de Morales *et al.*(1998). Los datos de PC expresados en porcentaje son parecidos a los observados por Roman *et al.*(2001) en el estado de Colima, quienes obtuvieron 8.58%; y mayores a los encontrados por Morales *et al.* (1998) en la misma entidad (6.12%), cabe mencionar que estos autores trabajaron con frutos sin semilla. Cházaro (1977), en la zona de Jalapa en el estado de Veracruz detectó valores de PC entre 12.92 y 5.26%, siendo superiores a los obtenidos en este estudio en el caso de 12.92%, esto probablemente se debió al momento de la colecta del fruto. En cuanto a las CT, los valores reportados por el último autor mencionado fue similar a este experimento (3.7%). Morales *et al.* (1998) mencionaron valores de EB menores (2.82%). Pero semejantes a la energía bruta EB (5.15 Mcal/kg) encontrada en este estudio (Cuadro 8).

CUADRO 8. Análisis químico proximal a los dos muestreos del fruto de huizache.

	Fruto1	Fruto 2
Humedad (%)	6.65±0.04	9.55±0.03
Materia Seca (%)	93.34±0.04	90.44±0.03
Proteína (%)	10.01±0.57	9.09±0.14
Cenizas (%)	3.51±0.04	4.01±0.0
Extracto etéreo (%)	0.64±0.01	0.69±0.01
Energía bruta (Mcal/kg)	4.16± 0.04	4.24±0.01

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$).

Los resultados de las fracciones de fibra se muestran en el Cuadro 9, sin que se hayan encontrado diferencias significativas, a excepción de CIAD, entre los dos muestreos. Estos valores no difieren estadísticamente ($P<0.05$) con los obtenidos para el material vegetativo (Cuadro 6), a excepción de FND, ya que en el fruto se encuentra en menor cantidad; sin embargo ambos poseen un contenido de FND superior al 50% y un porcentaje de hemicelulosa y celulosa alrededor de 20%, (Cuadros 5 y 9), lo cual sugiere que serían las bacterias ruminales celulolíticas (BCR) los que van a jugar un papel central en la nutrición de los animales en este tipo de dietas. La habilidad para digerir estos compuestos presentes en la dieta la presentan un gran número de bacterias, hongos y protozoarios ruminales; atribuyéndosele a las BCR principalmente, en particular a las especies *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* y *Ruminococcus albus*, las cuales tienen un óptimo crecimiento en una constante de digestión en cinéticas de primer orden de 0.05 a 0.08h^{-1} , si se observa (Cuadros 7 y 11), al combinar los ingredientes, se podría lograr una constante de digestión adecuada para que se desarrollen este tipo de bacterias y de esta forma, obtener una buena digestibilidad y aprovechamiento del alimento (Weimer, 1996).

Por otra parte, se puede mencionar que los valores del complejo lignocelulítico obtenidos en este trabajo coinciden con los de Roman *et al* (2001) quienes obtuvieron valores de: 48.66%, 33.21, 15.45, 24.54 y 8.02 para FND, FAD, hemicelulosa, celulosa y lignina respectivamente, mientras que para de FAD fueron mayores (49.04%) y muy poca cantidad de hemicelulosa (0.14%), por lo que se puede mencionar que el fruto utilizado en este estudio, se encuentra dentro de los valores reportados por la literatura.

CUADRO 9. Fracciones de fibra del fruto de huizache de dos sitios de muestreo.

	Fruto 1	Fruto 2
F.N.D.	51.46±0.08 ^a	52.01±0.84 ^a
F.A.D.	32.73±0.10 ^a	34.87±0.44 ^a
Hemicelulosa	18.73±0.0a	17.14±0.0 ^a
Lignina	11.94±0.04 ^a	14.40±0.19 ^a
Celulosa	20.79±0.14 ^a	20.48±0.25 ^a
C.I.A.D.	0.63±0.64 ^a	0.38±0.01 ^b

Medias con distinta literal indican diferencias estadísticamente significativas (P<0.05).

7.2.2 Digestibilidad *in vitro* y Desaparición *in situ*.

Con lo que respecta a la digestibilidad en el caso de los dos sitios de muestreos del fruto de huizache, se muestran los resultados en el Cuadro 10. No se encontraron diferencias significativas entre los frutos, comparando el porcentaje de digestibilidad con el trabajo de Morales *et al* (1998) fue menor (71.52%). Sin embargo, se considera un buen nivel de digestibilidad; Así mismo, en las gráficas 3, 4 y 5 se puede ver, que el valor nutricional de los frutos fue superior estadísticamente (P<0.05) al segundo período de muestreo del material

vegetativo, lo cual se reflejó en la prueba biológica con los animales. que fue mayor en 13.3% y 5.39% respectivamente para los frutos y el forraje del segundo periodo.

CUADRO 10. Digestibilidad *in vitro* de los dos sitios de muestreos de fruto de huizache.

	Fruto 1	Fruto 2
Digestibilidad de materia seca	58.22±6.37	66.13±0.57
Digestibilidad de materia orgánica	64.16±1.75	67.21±0.56
% de Digestibilidad MO/100g M.S.	65.85±1.92	68.36±0.54

MO = Materia orgánica

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas $P>0.05$.

Los resultados de la desaparición *in situ* de la MS obtenidos se muestran en el Cuadro 11, solamente en la tasa de pasaje, se encontraron diferencias estadísticamente significativas $P<0.05$, en las demás variables obtenidas del modelo matemático no se encontraron diferencias ($P>0.05$). La tasa de digestión para el fruto 2 se ubica dentro de las condiciones óptimas para el crecimiento de las BCR como se mencionó con anterioridad, así mismo al combinarla con el forraje, se podría obtener un mejor aprovechamiento de la dieta en su conjunto.

.. CUADRO 11. Desaparición *in situ* de la materia seca de los dos muestreos de vaina de huizache.

	Fruto 1	Fruto 2
Fración soluble (a) (%)	14.41±4.24 ^a	10.93±0.80 ^a
Fración potencialmente digestible (b) (%)	36.89±1.76 ^a	31.14±3.32 ^b
Fración indigestible (100-(a+b))(%)	48.69±4.96 ^a	57.91±0.92 ^b
Potencial de degradación (%)	51.31±4.96 ^a	42.08±0.92 ^a
Tasa de digestión (kd) (h ⁻¹)	0.030±0.007 ^a	0.052±0.009 ^a
Tasa de pasaje (kp) (h ⁻¹)	0.048±0.0051 ^a	0.057±0.001 ^b
Digestibilidad (kd/(kd+kp)) (%)	38.43±2.92 ^a	47.38±4.34 ^b

Medias con distinta literal indican diferencias estadísticamente significativas $P<0.05$.

TEMA
FALLA DE ORIGEN

En el gráfico 5 y 6 se pueden observar las curvas de degradación del fruto 1 y 2, así como las calculadas por el programa Neway para los mismos.

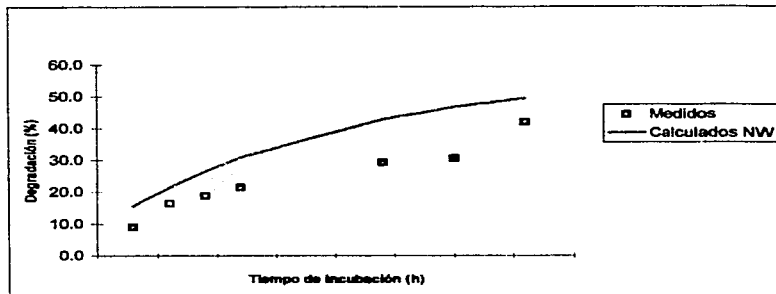


GRAFICO 5. Curva de degradación del fruto 1.

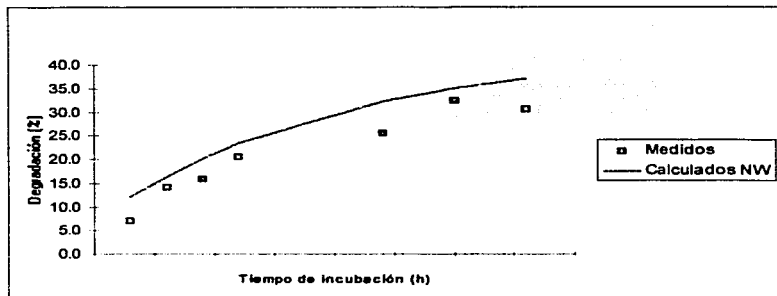


GRAFICO 6. Curva de degradación del fruto 2.

7.2.3 Desaparición *in situ* de la proteína del fruto de Ap

La cinética de desaparición *in situ* de la proteína del fruto de huizache, muestra una digestibilidad en rumen entre el 52 y 54%, y una fracción soluble entre el 14 y 21% como se muestra en el Cuadro 12.

CUADRO 12. Desaparición *in situ* de la proteína del fruto de huizache.

	Fruto 1	Fruto 2
Fracción soluble (a) (%)	21.63± 2.27 ^a	14.33± 10.34 ^a
Fracción potencialmente digestible (b) (%)	53.07± 7.36 ^a	43.40± 13.04 ^a
Fracción indigestible (100-(a+b))(%)	25.28± 7.50 ^a	42.26± 3.41 ^a
Potencial de degradación (%)	74.84± 7.29 ^a	57.73± 3.40 ^a
Tasa de digestión (kd) (h ⁻¹)	0.029± 0.004 ^a	0.046± 0.006 ^a
Tasa de pasaje (kp) (h ⁻¹)	0.025± 0.007 ^a	0.177± 0.23 ^b
Digestibilidad (kd/(kd+kp)) (%)	54.50± 10.63 ^a	52.51± 4.81 ^a

Medias con distinta literal indican diferencias estadísticamente significativas P<0.05.

7.2.4 Factores Antifisiológicos.

Se realizaron pruebas para los factores antifisiológicos únicamente para el fruto de huizache, mostrándose los resultados en el Cuadro 13. En lo que respecta al ácido tánico, se puede observar que no representa problemas; para la Ap pues requerirían consumir alrededor de 11 kg. de fruto por animal para llegar a presentar una intoxicación por taninos, ya que el ganado vacuno tolera plantas con taninos como el *Sorghum halepense* en cantidades hasta de 500 g /cabeza /día (Mulet, 1997) comunicación personal.

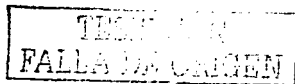
TESIS CON
FALLA DE CENSIEN

Por otra parte, es importante mencionar que el fruto de huizache no sería la única fuente de alimento y el efecto de los factores antinutricionales puede ser disminuido al combinar diferentes materias primas (Bennison y Paterson, 1993).

Por otra parte, la cantidad de ácido tánico, no siempre se correlaciona con efectos biológicos como podría ser la disminución en la digestibilidad de nitrógeno, no así los taninos condensados (TC), los cuales se unen fuertemente a las proteínas, llegando a protegerlas de la degradación microbiana ruminal y de esta manera observar las proteína y los diferentes aminoácidos a nivel de abomaso para de esta manera ser aprovechados por el animal (Barry *et al.*, 1999).

Se ha visto que la unión de las proteínas a los TC es dependiente del pH, de modo que dicha unión es estable a un pH de 3.5-7.5 y se rompe cuando éste es menor a 3.5 (Jones y Mangan, 1977; citado por Barry *et al.*, 1999); así mismo, los TC son capaces al unirse a las proteínas para precipitarlas y evitar la formación de la masa espumosa (Jones y Mangan, 1977; citado por Barry, *et. al.*, 1999); para lo cual se requiere una cantidad de 0.5 g /100g de materia seca de TC (Barry *et al.*, 1999).

Otro efecto señalado en los TC, es un efecto antihelmíntico, inactivando las larvas de los parásitos (Barry *et al.*, 1999), por lo que los forrajes con TC constituirían un método ecológico de control en las infecciones parasitarias así podría reducirse el uso de los fármacos antihelmínticos. Por su parte (Barry *et al.*, 1999) mencionaron que los corderos en forrajes que contienen TC, soportan mejor las infecciones parasitarias, se considera que los primeros tienen un mayor aporte de absorción de aminoácidos esenciales, contrarrestando de esta manera la pérdida de proteína como consecuencia del parasitismo. Barry *et al.* (1999), mencionaron que los rumiantes alimentados con forraje de pastos generalmente presentan dos patologías asociadas a este consumo: las infecciones parasitarias y el acumulo de espuma en el rumen, la presencia de taninos en el alimento ayudarían a contrarrestar estas situaciones.



Con relación a los otros factores antifisiológicos en el fruto de huizache, solamente las saponinas se encontraron presentes, sin embargo, estas fueron de manera escasa y no generarían problema en el animal, mientras que los alcaloides y los glucósidos cianogénicos fueron negativos (Cuadro 13).

CUADRO 13. Factores antifisiológicos en muestras de vaina de huizache de dos sitios diferentes de muestreo.

	Fruto huizache 1	Fruto huizache 2
Acido tánico (g/100g) (*)	4.50 ± 0.029	3.67 ± 0.118
Alcaloides (**)	-	-
Saponinas (***)	+	+
Glucósidos Cianogénicos (****)	-	-

Abundante +++ ; moderado ++ ; escaso o dudoso + ; negativo -

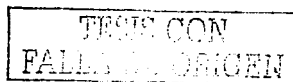
7.3 Comparación entre Material Vegetativo y fruto de *Acacia pennatula*

7.3.1 Análisis químico proximal, fracciones de fibra

A continuación se muestran los resultados estadísticos (Grafica 7), del AQP del material vegetativo y el fruto de huizache (considerando una sola muestra los dos sitios de colecta del fruto, en virtud de no haberse encontrado diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre los mismos.

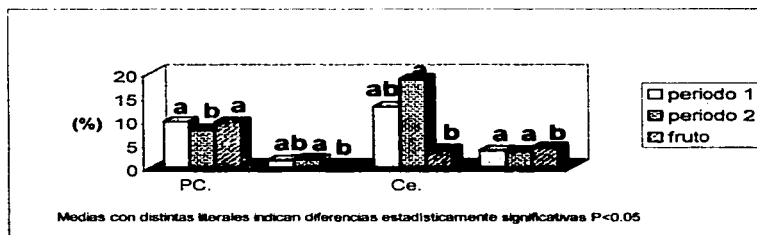
El análisis estadístico reflejó una diferencia significativa ($P < 0.5$) en la cantidad de proteína cruda (PC), siendo menor en el segundo período de muestreo del material vegetativo en relación a las otras dos muestras, mientras que el fruto fue igual al primer período de muestreo.

En el caso del EE, se encontraron diferencias significativas entre el período 2 (1.74%) y el fruto de huizache (0.67%) y no así con el período 1 (1.54%); en la



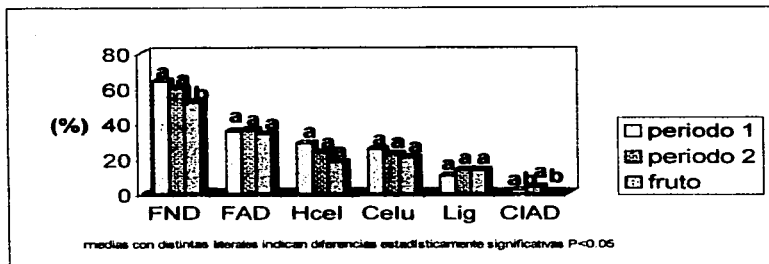
Gráfica 7 se muestra que el contenido de grasa es mínimo en la vaina. Las CT tuvieron el mismo comportamiento estadístico que el EE; si bien es cierto que no se encontraron diferencias estadísticas entre el periodo uno del material vegetativo y el fruto de huizache ($P>0.05$), esto se debió a la gran variación observada en los análisis de este rubro (Cuadro 4), debido a la contaminación por tierra, como se mencionó con anterioridad; sin embargo, la cantidad de cenizas en el fruto fue mucho menor (Gráfica 7).

Por otra parte, la EB fue mayor en 1.35 Mcal/kg en el fruto que en el material vegetativo, esto debido a la calidad nutricional de ambos, en donde en el primero la cantidad de proteína y contenido celular fue mayor (Cuadros 5, 6, 9 y 10) y probablemente contenga una mayor cantidad de almidones e hidratos de carbono simples.



Gráfica 7. Comparación del AQP y energía entre el fruto de huizache y material vegetativo de dos periodos de colecta.

En fracciones de fibra no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>.05$) entre los tratamientos. Sin embargo, en fibra neutro detergente (FND) y cenizas insolubles en ácido detergente (CIAD), si encontraron diferencias entre el fruto y el segundo periodo de colecta (Gráfica 8).



Gráfica 8. Comparación de las fracciones de fibra entre el fruto de huizache y material vegetativo de dos periodos de colecta

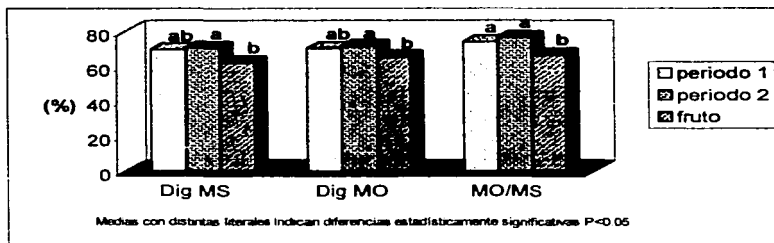
7.3.2 Digestibilidad *In vitro* del material vegetativo y fruto de huizache.

En la gráfica 9 se presentan los resultados de la digestibilidad *in vitro* de MS, MO y de MO/100 g de MS.

Es importante hacer notar que la digestibilidad *In vitro* tanto de la MS como de la MO fue mayor en el segundo periodo de colecta en relación al fruto, pero igual al primer periodo ($P > 0.05$) (Gráfica 9). A pesar de no encontrar diferencias significativas en lignina, la cantidad fue mayor en el fruto de huizache; sin embargo, se considera un buen nivel de digestibilidad el obtenido, así mismo, en las gráficas 7, 8 y 9 se puede ver, que el valor nutricional de la vaina fue superior estadísticamente ($P < 0.05$) al segundo periodo de muestreo del material vegetativo encontramos diferencias entre periodo 2 y fruto en digestibilidad de MS y MO

TRONCO
FALLA

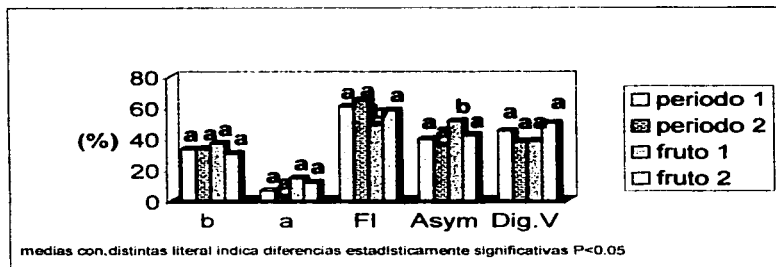
siendo menor en el caso de el fruto 62.18 y 65.46 respectivamente, comparado con el periodo dos 70.56 y 71.54 respectivamente. En la digestibilidad de materia orgánica por 100 gramos de materia seca se encontraron diferencias entre el fruto 66.75 y los periodos uno 74.02 y dos 76.74. Es importante hacer notar que la digestibilidad *in vitro* tanto de la MS como de la MO fue significativamente menor ($P>0.5\%$) que el del material vegetativo, esto quizás pudo haberse debido a la cantidad de lignina presente, pues este es uno de los factores que afecta la digestibilidad de un alimento (Church y Pond, 1987; Van Soest, 1982).



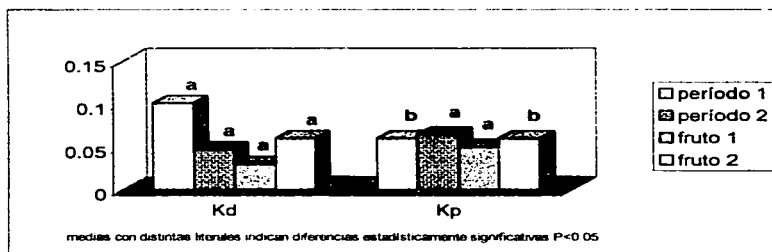
Grafica 9. Comparación de digestibilidad *in vitro* entre el fruto de huizache y material vegetativo de dos periodos de colecta.

7.3.3 Desaparición *in situ* del material vegetativo y el fruto de huizache.

Al comparar la cinética de desaparición *in situ* de la MS, así como la tasa de digestión y de pasaje entre el forraje y la vaina, no se encontraron diferencias significativas $P < 0.05$ como se muestra en las Gráficas 10 y 11.



Gráfica 10. Comparación de digestibilidad *in situ* de la materia seca entre el fruto de huizache y material vegetativo de dos periodos de colecta



Gráfica 11. Tasa de digestión y de pasaje del fruto de huizache y material vegetativo

7.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA PRUEBA BIOLÓGICA.

Los resultados de los análisis químicos obtenidos en este estudio del material vegetativo (Cuadro 4) muestran que con el consumo del forraje, los animales cubrieron sus necesidades de proteína cruda y energía durante el primer período en los dos tratamientos, esto de acuerdo con las recomendaciones del National Research Council (NRC, 1984) como se puede observar en el Cuadro 14. Sin embargo, durante el segundo período los animales del grupo testigo de acuerdo con lo señalado por el NRC tuvieron un déficit de proteína cruda, ya que el forraje en esta etapa presentó una menor calidad nutritiva (8.05% PC); y aunque en principio se cumplían las recomendaciones de energía; la calidad del forraje influyó en la ganancia de peso (Cuadro 15).

CUADRO 14. Requerimientos nutritivos de bovinos hembras en engorda

Requerimientos para un bovino hembra de un año entre 136-318 kg y una ganancia de peso diaria de 454g	
Proteína	9.4 %
Energía metabolizable Mcal/kg	2.25

NRC, 1984

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 15. Rasgos del comportamiento animal (0-90 días)

Variables	Tratamiento 1 (sin fruto)	Tratamiento 2 (con fruto)
Peso inicial (kg)	248 ±43.49	185 ±51.30
Peso final (kg)	266.40 ±50.74	219 ±42.59
Ganancia diaria de peso (g d⁻¹)	382 ±196	375 ±131

No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$)

7.4.1 Consumo de fruto y ganancia diaria de peso.

La prueba de comportamiento muestra que los animales que consumieron fruto, siguieron con la tendencia de ganancia de peso, en comparación con los que no la consumieron y que a partir del momento en que disminuyó la lluvia empezaron a perder peso la mayoría de los animales, como se puede observar en el cuadro 16 y gráficas 12 y 13.

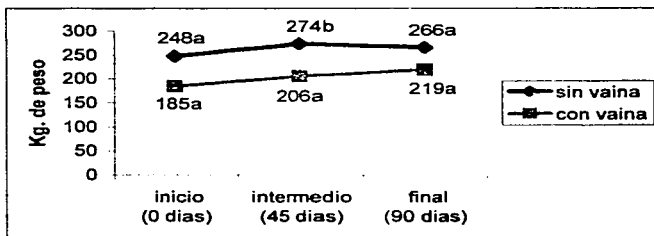
En virtud que los animales de los diferentes tratamientos empezaron con pesos distintos, se realizó un análisis de covarianza, para saber si el peso inicial tuvo efecto en la ganancia diaria peso, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas para la covariable (peso inicial) en el primer período, mientras que de los 45 a 90 días, se encontró diferencia significativa $P = .035$ para el tratamiento, no así en la covariable, por lo que hubo diferencias debido al tratamiento (Cuadro 16).

TRABAJO CON
FALLA EN EL TIEMPO

CUADRO 16. Ganancia diaria de peso (g) durante el periodo experimental

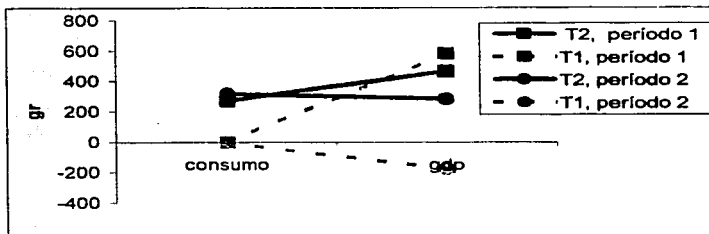
Variables	Tratamiento 1 (sin fruto)	Tratamiento 2 (con fruto)
Ganancia diaria de peso (0-45 días)	586 ^a ± 299	466 ^a ± 194
Ganancia diaria de peso (45-90 días)	-217 ^a ± 152	284 ^b ± 86
Ganancia diaria de peso (0-90 días)	382 ^a ± 196	375 ^a ± 131

En la gráfica 12, se puede observar que el peso de los animales al final del experimento, no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$); sin embargo, en el pesaje intermedio la diferencia se debió al peso inicial, no al tratamiento.



GRÁFICA 12. Comportamiento del peso de los animales en el periodo experimental.

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN



GRÁFICA 13. Consumo vs ganancia diaria de peso en el periodo experimental

En relación al consumo del fruto de huizache, los animales se fueron adaptando poco a poco al mismo, observando que existe un problema de gustocidad inicial, el cual se normaliza posteriormente por acostumbramiento. Al realizar la prueba de correlación (Cuadro 16) entre consumo y ganancia diaria de peso, no se encontraron diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$), en la primera fase; mientras que en la segunda, la correlación fue de 0.7573 con un intercepto de -.168 y el consumo de 1.39. Lo que se interpreta como que el 75.73% de la diferencia en la ganancia de peso, esta dada por el consumo de fruto de huizache; mientras que cada gramo de fruto consumido el animal ganó 1.39 g / día; así mismo cuando no se tuvo acceso al fruto los animales perdieron 169 g / día en esta etapa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

8. CONCLUSIONES

Se puede concluir que la fruto de *Acacia pennatula* en las cantidades consumidas por los animales en este estudio, no causa problemas de toxicidad. Así mismo el utilizarla en la época en que disminuyen las lluvias, y el forraje es de menor calidad, favorece a que los animales no pierdan peso, e incluso mantengan una tendencia de ganancia de peso.

9. RECOMENDACIONES

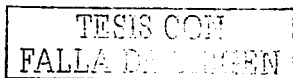
Se recomienda que al coleccionar la vaina, se haga de una manera racional y sustentable para evitar la pérdida de esta fuente de alimentación, dándole un proceso de molienda para mejorar su digestibilidad y evitar la diseminación e invasión de la planta en los potreros. Así mismo, que los animales puedan tener acceso al fruto durante la época de sequía, dándoles un período de acostumbramiento en el momento en que empiezan a disminuir las lluvias, de tal manera que estén acostumbrados a su consumo.

Por otra parte, es necesario seguir realizando trabajos de investigación en donde el fruto de *Acacia pennatula* sea parte de un suplemento alimenticio integral y de esta manera lograr un mejor comportamiento productivo de los animales.

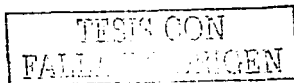
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA.

1. Acevedo J. L. M; Peralta R. A. y Partida S. L. (1990); Ensayo de Fertilización con pulpa de café en cultivos de frijol en sus zonas de adaptación; Tesis profesional Universidad Veracruzana.;
2. Allen, M. S. and Mertens, D.F (1998); Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes.; J. Nutr. 118:261-270.
3. Aregheore, E. M. (2002); Nutritive value and utilization of three grass species by crossbred Anglo-Nubian goat in Samoa; Nutrition Abstract and Review; Vol. 72, No. 1, Ref. 68.
4. Association of Analytical Chemist. A.O.A.C. (1995); Official Methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemist.(15 ed.). Washington, D.C., USA.
5. Barry T.N. and McNabb W.C (1999); The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants.; British Journal of Nutrition 81, 263-272..
6. Bennison, J.J., and Paterson, R.T. (1993); Use of Trees by Livestock 2: Acacia; The Natural Resources Institute; Chatham, UK.
7. Brynard, A. M. and Pienaar, B. (1960); The grazing habits of mammals in the Kruger National Park.; Koedoe 3: 127-167.
8. Cházaro Basañez, M. J. (1977); El huizache (*Acacia pennatula*) del centro de Veracruz.; Biótica. 2 (3): 1-18.
9. Church, C.D. y Pond, G.W.(1987); Fundamentos de nutrición y alimentación de animales; (1ª. ed.) Limusa México, D. F.
10. Cruz R. F. (1988); Aprovechamiento actual y perspectivas del uso potencial de la *Acacia pennatula* en la comunidad la unión del municipio de Zaragoza distrito de Nochixtlan, Oaxaca; Tesis licenciatura; Universidad Autónoma Chapingo;
11. Pezo D; Ibrahim M (1999).; Sistemas silvopastoriles; segunda edición; Módulo de enseñanza agroforestal.
12. Domínguez, X. A (1979).; Métodos de la investigación fitoquímica; Ed. Limusa, México.



13. F.A.O.(1994); FAO Production Yearbook Vol. 48 FAO Statistics serie No. 76.
14. Huntington J.A., Givens D.I. (1995); The *in situ* technique for studying the rumen degradation on feeds: review of the procedure.; Feed evaluation Unit, ADAS Dairy Research Centre Drayton, Alcester Road, Stratford-upon-Avon UK. Nutrition Abstracts and Reviews(Series B) 65:2.
15. Jones W. T. y Mangan J. L. (1977); Complex of the condensed tannins of sainfoin with fraction 1 leaf protein and with submaxillary mucoprotein, and their reversal by polyethylene glycol and pH.; Journal of the Science of food and Agriculture 28, 126-136..
16. Kibon, A. Ørskov, E. R. (1993); The use of degradation characteristics of browse plants to predict intake and digestibility by goat.; Anim. Prod., 57, 247-251.
17. Lamprey, H. F. (1967); Notes on the dispersal and germination of some tree seeds throughout the agency of mammals and birds.; -E Afr. Wildl. J. 5: 179-180..
18. Maynard A.A.L., Loosli KJ, Hintz FH, Warner GR. (1986); Nutrición animal, 4a. Ed. México, D.F. Mc. Graw Hill.
19. Marco H. F., Muhammad I., Camero, M. A.; Danilo P. (1999); Calidad Nutricional de *Cratylia argentea* como Suplemento en el Sistema de Producción Doble Propósito en el Trópico Subhúmedo de Costa Rica; Servicio Nacional de Aprendizaje; CATIE, Turrialba, Costa Rica.
20. Mehrez A.Z., Ørskov E.R (1977); A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen.; J. Agric. Sci. Cambr. 88:645-650.
21. Meloep M., De Martins, E. N., Zundt, M., Nieto, L. M., Yamamoto, S. M. (2000); Availability and chemical composition of pasture with different growth habits, grazed by sheep.; Nutrition Abstract and Review August, Vol 72 No. 8 Ref. 4157.
22. Mertens D.R. (1993); Rate and extent of digestion. *In*: Quantitative aspects of ruminat digestion and metabolism; Forbes I.M. and Frances, J. Ed. CAB. International.
23. Mertens, D.R. (1977); Relationship to the rate and extent of ruminal digestion.; Dietary fiber components Fed. Proc. 36: 187-192.



24. Mertens D.F., Ely L.O. (1982); Relationship of rate and extent to forage utilization a dynamic model evaluation.; Journal Animal. Science. 54:895-905.
25. Minson, D.J. (1982); Efecto de la composición química en la digestibilidad del alimento y su energía metabolizable.; Common Wealth Bureau of nutrition. 1982 Vol. 52. No. 10, Nutrition abstracts and reviews. Series B.
26. Minson and Mc Leod. (1972); The *in vitro* technique, it's modification forestimating digestibility of large numbers tropical pasture sample division tropical pasture tech.; Paper No. 8. CISRO Australia.
27. Miranda, F. (1975); La Vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado. pp. 240- 241.
28. Morales, A. (1998); Composición química-nutricional de algunos árboles como alternativa alimentaria para rumiantes en el trópico seco.; Tesis Licenciatura. FES-Cuautitlán UNAM. Edo. de México, México.
29. Mulet P. L.; Principios tóxicos y síntomas de intoxicación; <http://www.fitoterapia.net/vademecum/art.html>.
30. Murrieta J. (1984); Pulpa de café y vaina de huizache A. Pennatula (Schlencht & Cham Bent) en suplementación para acabado de novillos en pastoreo de Zacate Pangola (Digitaria decumbens S.); Tesis Profesional, Inst. Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas.
31. National academic press (1984); Nutrient requirements of beef cattle; sixth revised edition; Washington, D. C.
32. Nocek J.E. (1985); Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion.; Journal of Animal Science. 60:1347-1358.
33. O'Dell. (1959); Toxic principle in red clover.; Missouri Uni. Agr. Expt. Sta. Res. Bull. 702: 12.
34. Ørskov, Hovell, F.D. and Mould, F., (1980); Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos.; Prod. Anim. 5213-233.
35. Roman M. M. L. (2001); Evaluación de cinco especies arbóreas nativas como fuente de alimento para rumiantes en el trópico seco; Tesis doctorado; Universidad de Colima, México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

36. Roskoski, J. P. y otros (1982); Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture (Nitrogen fixation by tropical woody legumes: potential source of soil enrichment)*; Pub. Cali, Colombia; Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
37. Ross J. H. (1979); A Conspectus of the African Acacia species. _Memoirs of the botanical survey of south Africa. Botanical Research Institute, Department of Agricultural Technical Services, Republic of South Africa.
38. SARH. (2001); Observaciones de temperatura y precipitación pluvial; Subdirección de hidrografía, Dep. de hidrometría; Comunicado personal; Chapingo, Huatusco, Ver., México.
39. SAS. (1985); SAS/STAT guide for personal computers (Version 6 edition).; SAS Institute Inc. Cary, N.C.
40. Segura C. V., Tepal C., Carvajal A. J. Castellanos R. A. (2000); La pollinaza como fuente de fósforo para rumiantes en pastoreo; Livestock Research for Rural development 12 (2).
41. Schultze, E.D., Gebauer, G., Ziegler, H. And Lange, O. L. (1991); Estimates of nitrogen fixation by tree on an aridity gradient in Namibia.; _Oecologia 88: 551-455.
42. Shimada, A. (1983); Fundamentos de nutrición animal comparativa.; 1a. Ed., México, D. F., Asociación Americana de Soya.
43. Singh B, Makkar S, Negi S. (1992); The kinetics of Digestion in ruminants - A review. Indian J. Dairy Sci, 46,3 pp. 90-99.
44. Svensson, B. (1991); Bees and Trees. -Working paper 183, swedish university of Agricultural Science, Uppsala, Sweden, pp 44-56.
45. Tilley y Terry. (1968); A two stages technique for *in vitro* digestion of foragecrops.; J. Br. Grassland Soc. 1968 18:104-111 England.
46. Udden y Van Soest. (1984); Investigation of the *in situ* bag technique and a comparison of the fermentation haifers, sheep, ponies and rabbits.; Journal of Animal Science; 58:2131 .
47. Van Soest, P.J. (1982); Nutritional ecology of the ruminant.; O & B Books, Inc. USA.
48. Van Soest, P.J. and Wine R.H. (1967); Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. J.A.O.A.C.; 50: 50-55.

TESIS CON
FALLA EN ORIGEN

49. Vazant E.S., Cochran R.C., Titgemeyer, E.C. (1998); Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation.; J. Anim. Sci.; 78:2717-2729.
50. Waldo D.R., Smith L.W., Cox, E.L. (1972); Model of cellulose disappearance from the rumen; J. Dairy Sci; 55 125.
51. Weimer J.P. (1996); Why don't ruminal bacteria digest cellulose faster?; J. Dairy Sci. 79: 1496-1502.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN