

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
COORDINACIÓN DE POSGRADO



UTILIZACIÓN DE LA HARINA DE LOS FRUTOS DE PAROTA (*Enterolobium cyclocarpum*) y CAPOMO (*Brosimum alicastrum*) PARA LA ALIMENTACIÓN EN OVINOS EN EL TRÓPICO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el
grado de

Doctor en Ciencias Agrícolas y Forestales

Presenta:

ALICIA DE LUNA VEGA

ZAPOCAN, JAL., JULIO 2007

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

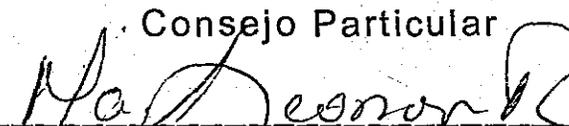
Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Forestales

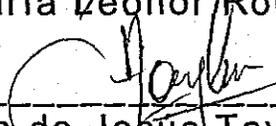


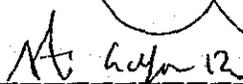
La tesis "Utilización de harina de frutos de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) Jacq. Griseb y capomo (*Brosimum alicastrum*) Sw para la alimentación de ovinos en el trópico seco" de Alicia de Luna Vega, se realizó bajo la dirección del Consejo Particular que se indica, fue aprobada por el mismo y se aceptó como requisito parcial para la obtención del grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

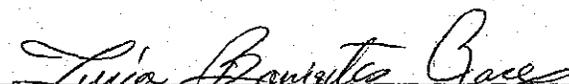
Consejo Particular

Tutor: 
Dra. María Leonor Román Miranda

Asesor: 
Dr. Juan de Jesús Taylor Preciado

Asesor: 
Dr. Agustín Gallegos Rodríguez

Asesor: 
Dra. Sandra Luz Toledo González

Asesor: 
~~Dra. Lucía Barrientos Ramírez~~

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., JULIO 2007

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara

En especial a la División de Ciencias Agronómicas por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios

Al MVZ Rafael Escalante Martínez

De manera muy especial un reconocimiento a la desinteresada y valiosa ayuda, quien con sus atinadas observaciones y sus comentarios facilitó la culminación de este trabajo. Además, agradezco su compañerismo y gran amistad a través de los años de conocerlo.

Al M.C. Javier Vázquez Navarro

Por su amistad, tiempo y toda la ayuda desinteresada que me brindó, reconociendo su amplia capacidad como profesionista y excelente compañero de trabajo.

Al M.C. Salvador González Luna

Por su amistad y toda la ayuda desinteresada que me brindó.

Al Dr. Diego González Eguiarte

Por darme las primeras sugerencias en el protocolo de esta tesis y sus conocimientos transmitidos.

A la señora Ana Maria Sánchez Herrera

Por su apoyo incondicional y gran amistad durante este posgrado.

Al Dr. José Ariel Ruiz Corral

Por trasmitirme conocimientos importantes de su especialidad.

A mis compañeros del Posgrado

Agustín Rueda Sánchez, Salvador Hurtado de la Peña, Salvador de la Paz,
por su valiosa amistad.

A mis asesores y sinodales

Leonor Román Miranda, Agustín Gallegos Rodríguez, Juan de Jesús Taylor
Preciado, Samdra Luz Toledo González, Lucía Barrientos Ramírez por sus
atinadas observaciones y comentarios enriqueciendo este trabajo.

A la MC. Cecilia Jiménez Plascencia

Por haberme brindado su apoyo incondicional.

A la señora Laura García Villaseñor

Por su amistad y sus consejos.

A todas las personas

Que de un modo u otro ayudaron para la culminación de este trabajo.

GRACIAS.

DEDICATORIA

A mi esposo

Enrique por su amor y respeto, por permitirme lograr lo que siempre he deseado tanto en lo personal, como en lo profesional.

A mis hijas

Sara Luz y Ofelia Araceli por su amor incondicional que siempre me dan, por ser excelentes e inteligentes, estoy muy orgullosa de ustedes, mis logros son suyos por ser mi gran motivación.

A mis padres

Francisco (+) y Maria de Jesús, por guiarnos por el camino correcto a cada uno de los integrantes de la familia.

A mis hermanos

Javier, Raúl, Rogelio, Valen, Juanis, Chivi con amor por el apoyo brindado durante toda mi vida.

A Rigo y Rubén

Mis hermanos que con su partida dejaron en mi alma un hueco difícil de llenar. Que donde quiera que se encuentren se sientan muy orgullosos de mi.

A todos mis sobrinos con amor

INDICE GENERAL

	Índice de cuadros	v
	Índice de figuras	vii
	Índice de anexos	viii
	Resumen	ix
	Abstract	x
No		Página
1	Introducción	1
2	Planteamiento del problema	3
3	Justificación	5
4	Objetivos	7
5	Hipótesis	9
6	Revisión de literatura	11
6.1	Los árboles y su utilidad	11
6.1.1	Producción de forraje de especies arbustivas y arbóreas	12
6.1.2	Especies arbustivas y arbóreas en la nutrición animal	13
6.2	Sistemas agroforestales	14
6.3	Sistemas silvopastoriles	16
6.3.1	Especies arbóreas con potencial forrajero utilizadas en sistemas silvopastoriles	16
6.3.2	Clasificación de los sistemas silvopastoriles	18
6.3.2.1	Pastoreo en áreas forestales	18
6.3.2.2	Cercas vivas	19
6.3.2.3	Bancos de proteína	20
6.3.3	Interacciones en los sistemas silvopastoriles	21

6.3.4	Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la ganadería	23
6.4	Leguminosas	24
6.4.1	Descripción general de las leguminosas	24
6.4.2	Importancia de las leguminosas arbóreas forrajeras	25
6.4.3	Utilización de las leguminosas por los rumiantes	25
6.4.4	Especies arbóreas leguminosas en la alimentación animal	26
6.5	Moráceas	27
6.5.1	Descripción general de las moráceas	27
6.5.2	Especies arbóreas moráceas en la alimentación animal	28
6.6	Aspectos nutricionales de especies arbóreas	28
6.7	Factores antinutricionales de las arbóreas	29
6.8	Utilización de los frutos de las especies arbóreas	30
6.9	Arbóreas utilizadas como harina en la alimentación de los rumiantes	32
6.10	Digestibilidad de los forrajes	33
6.10.1	Digestibilidad <i>in vivo</i>	35
6.10.2	Digestibilidad <i>in vitro</i>	36
6.10.3	Digestibilidad <i>in situ</i>	37
6.11	Concepto de alimentación en ovinos	40
6.12	Clasificación taxonómica y distribución ecológica de las especies en estudio	41
6.12.1	<i>E. cyclocarpum</i> (Jacq) Griseb	41
6.12.1.1	Descripción botánica	41
6.12.1.2	Distribución geográfica	43
6.12.2	<i>B. alicastrum</i> Sw	48

6.12.2.1	Descripción botánica	48
6.12.2.2	Distribución geográfica	51
7	Materiales y métodos	55
7.1	Características de la comunidad indígena de Chacala	55
7.2	Aspectos biológicos	57
7.2.1	Comportamiento fenológico de las especies arbóreas en estudio	57
7.2.2	Producción de frutos de los árboles en estudio	57
7.3	Aspectos nutricionales de las especies arbóreas	58
7.3.1	Análisis químico proximal	58
7.3.2	Fracciones de fibra	58
7.3.3	Minerales	58
7.3.4	Digestibilidad <i>in vivo</i>	58
7.3.5	Digestibilidad <i>in vitro</i>	60
7.3.6	Digestibilidad <i>in situ</i>	61
7.3.7	Prueba de comportamiento	63
7.3.7.1	Tratamientos estudiados	63
7.3.7.2	Materiales utilizados	65
7.3.7.3	Procedimiento experimental	66
7.3.7.4	Diseño experimental	67
7.3.7.5	Variables bajo estudio	67
8	Resultados y Discusión	69
8.1	Aspectos biológicos	69
8.1.1	Comportamiento fenológico de las especies de <i>E. cyclocarpum</i> y <i>B. alicastrum</i>	69
8.1.2	Características dasométricas y producción de los frutos de las especies de <i>E. cyclocarpum</i> y <i>B. alicastrum</i>	70

8.2	Aspectos nutricionales de las especies arbóreas	72
8.2.1	Fracciones de fibra de la harina de frutos de <i>E. cyclocarpum</i> y <i>B. alicastrum</i>	74
8.2.2	Contenido de minerales de la harina de los frutos arbóreas en estudio	75
8.2.3	Digestibilidad <i>in vivo</i>	76
8.2.4	Digestibilidad <i>in vitro</i>	79
8.2.5	Digestibilidad <i>in situ</i>	81
8.2.6	Prueba de comportamiento	85
8.2.7	Consumo de alimento	85
8.2.7.1	Aumento de peso	86
8.2.7.2	Conversión alimenticia	87
8.2.7.3	El costo estimado de alimento por kilogramo de carne producida	88
9	Conclusiones	91
10	Recomendaciones	93
11	Anexos	95
12	Literatura citada	107

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Principales arbustos y árboles forrajeros con uso actual o potencial como componente arbóreo en sistemas silvopastoriles en zonas tropicales caducifolias de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán de Jalisco.	17
Cuadro 2	Necesidades de nutrientes por día para ovinos de engorda	41
Cuadro 3	Análisis químico proximal de las semillas de <i>E. cyclocarpum</i> obtenida de 5 localidades de Jalisco	46
Cuadro 4	Comparación de la calidad nutritiva entre diferentes partes del <i>E. cyclocarpum</i>	46
Cuadro 5	Análisis de aminoácidos (g/16 g de N) de la semilla de <i>E. cyclocarpum</i>	47
Cuadro 6	Análisis bromatológico de la harina de hojas y fruto de <i>B. alicastrum</i>	52
Cuadro 7	Porcentaje de <i>E. cyclocarpum</i> y <i>B. alicastrum</i> e ingredientes utilizados en los tratamientos estudiados	64
Cuadro 8	Análisis bromatológicos de los ingredientes de los tratamientos estudiados	64
Cuadro 9	Análisis bromatológicos de los tratamientos estudiados	65
Cuadro 10	Comportamiento fenológico del <i>E. cyclocarpum</i> y <i>B. alicastrum</i>	70
Cuadro 11	Producción de fruto/árbol, altura y el diámetro a la altura del pecho (Dap) de <i>E. cyclocarpum</i> y <i>B. alicastrum</i> .	70
Cuadro 12	Análisis químico proximal de la harina de los frutos de <i>E. cyclocarpum</i> y <i>B. alicastrum</i> reportado en porcentaje	73
Cuadro 13	Fracciones de fibra de la harina de frutos de <i>E. cyclocarpum</i> y <i>B. alicastrum</i>	74
Cuadro 14	Contenido de minerales de la harina de los frutos de <i>E. cyclocarpum</i> y <i>B. alicastrum</i>	75
Cuadro 15	Digestibilidad <i>in vivo</i> de la MS, MO, FDN, FDA y PC de las dietas en estudio reportado en porcentaje	76
Cuadro 16	Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS, MO, FDN, FDA y PC de las dietas en estudio reportadas en porcentaje	79

Cuadro 17	Digestibilidad <i>in situ</i> de la MS, MO, FDN, FDA y PC de las dietas en estudio reportadas en porcentaje	81
Cuadro 18	Consumo de alimento diario de los ovinos en los diferentes tratamientos	85
Cuadro 19	Aumento de peso diario de los ovinos en los diferentes tratamientos	86
Cuadro 20	Conversión alimenticia de los ovino en los diferentes tratamientos	87
Cuadro 21	Porcentaje de los ingredientes de las raciones en estudio más costo por kilogramo	89
Cuadro 22	Conversión alimenticia y el costo estimado de alimento por kilogramo de carne producida en ovinos para los diferentes tratamientos	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Localización del área de estudio	55
Figura 2	Curva de regresión ajustada de producción de los frutos de <i>E. cyclocarpum</i>	71
Figura 3	Curva de regresión ajustada de producción de los frutos de <i>B. alicastrum</i>	72
Figura 4	Digestibilidad <i>in vivo</i> de la MS de la harina de <i>E. cyclocarpum</i> .	77
Figura 5	Digestibilidad <i>in vivo</i> de la harina de <i>B. alicastrum</i>	78
Figura 6	Curva de regresión ajustada para la digestibilidad <i>in vivo</i> de la harina de <i>C. dactylon</i> .	78
Figura 7	Figura 7. Curva de regresión ajustada para la digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS de la harina de <i>E. cyclocarpum</i> .	80
Figura 8	Curva de regresión ajustada para la digestibilidad <i>in vitro</i> de la harina de <i>B. alicastrum</i>	80
Figura 9	Curva de regresión ajustada para la digestibilidad <i>in vitro</i> de la harina de <i>C. dactylon</i>	81
Figura 10	Curva de regresión ajustada para la digestibilidad <i>in situ</i> de la harina de <i>E. cyclocarpum</i>	82
Figura 11	Curva de regresión ajustada para la digestibilidad <i>in situ</i> de la harina de <i>B. alicastrum</i>	82
Figura 12	Curva de regresión ajustada para la digestibilidad <i>in situ</i> de la harina de <i>C. dactylon</i>	83
Figura 13	Digestibilidad de MS para la harina de <i>C. dactylon</i> como testigo, el 10 y el 20% de inclusión <i>E. cyclocarpum</i> y <i>B. alicastrum</i> , estimada por los tres métodos	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Nombres comunes del <i>E. cyclocarpum</i>	95
Anexo 2	Nombres comunes del <i>B. alicastrum</i>	97
Anexo 3	Análisis de Varianza de altura del árbol en relación a la producción de los fruto en estudio	100
Anexo 4	Análisis de varianza de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados con los diferentes tratamientos en estudio	101
Anexo 5	Análisis de varianza de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados comparados con las dos harinas de los tratamientos en estudio.	102
Anexo 6	Análisis de varianza de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados comparados con las dos porcentajes de las harinas de los tratamientos en estudio	103
Anexo 7	Análisis de regresión de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados comparados con las dos porcentajes de la harina de <i>E. cyclocarpum</i>	104
Anexo 8	Análisis de regresión de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados comparados con las dos porcentajes de la harina de <i>B. alicastrum</i>	105
Anexo 9	Análisis de regresión de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados comparados con las dos porcentajes de la harina de <i>B. alicastrum</i> .	106

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el valor nutricional de la harina de los frutos de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y capomo (*Brosimum alicastrum*) como suplemento en la alimentación de ovinos. El estudio se realizó en la localidad de Chacala del municipio de Cabo Corrientes, Jalisco. Se registraron las características biológicas: tiempo de floración, fructificación y producción. Se realizaron análisis químicos proximales y digestibilidad *in vivo*, *in vitro* e *in situ*. Se determinaron los componentes de la pared celular: fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina, así como calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), nitrógeno (N), magnesio (Mg), azufre (S) y cobre (Cu). También se realizó prueba de comportamiento y costo estimado con los tratamientos de 10 y 20% de inclusión de harina de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*, y la dieta testigo. Los resultados mostraron que el comportamiento fenológico de las especies fue; la floración se presentó de marzo a mayo para *E. cyclocarpum* y para *B. alicastrum* de octubre a marzo. En lo que corresponde a fructificación esta se presentó en los meses de abril a junio en *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* en los meses de febrero y marzo. La composición química fue buena con contenidos de proteína cruda (PC) de 22.90 y 10.88%, para *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* respectivamente. El contenido de minerales es adecuado para el requerimiento de los ovinos con los siguientes valores: Ca (0.27, 0.20), P (0.30, 0.20) y K (0.86, 1.00). Asimismo las fracciones de fibra presentaron valores de 7.24 hasta 13.18%. La mejor digestibilidad *in vivo* (DIVO) de la materia seca (MS), correspondió a la harina de *E. cyclocarpum* (58.58), mientras que *B. alicastrum* tuvo 57.11%, presentándose una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre la MS de las dos harinas en estudio. La digestibilidad *in vitro* (DIV) de la MS fue de 68.13 para *E. cyclocarpum* y de 65.53% para *B. alicastrum*. No se encontró diferencia significativa en la digestibilidad *in situ* (DIS) (60.35 vs. 60.26%) de la PC. Debido a los factores antinutricionales presentes, la inclusión del 20% de ambas harinas provocó la disminución en la conversión alimenticia. A la inclusión del 20% de harina de *E. cyclocarpum* (167g), correspondió la ganancia de peso diario más baja. La mejor conversión alimenticia se presentó con el 10% de inclusión de harina de *B. alicastrum* (6.13:1). El costo estimado más bajo de alimento por kilogramo de carne producida en esta prueba se obtuvo con la inclusión del 20% de harina de *E. cyclocarpum* (\$12.76); el costo de la dieta testigo fue de \$17.80, conforme a los parámetros considerados.

El uso de frutos de especies arbóreas en la ganadería es una opción de suplementación para mejorar la calidad de las dietas del ganado ovino durante la época de estiaje (en aquellos lugares donde estén disponibles naturalmente).

Palabras claves: Árboles forrajeros, ovinos, digestibilidad *in vivo in vitro in situ*, prueba de comportamiento, costo estimado.

ABSTRACT

The objective of this project was to evaluate the nutritional value of parota (*Enterolobium cyclocarpum*) and capomo (*Brosimum alicastrum*) meals as supplement on ovine feeding. The study was performed on Chacala, town located on Cabo Corrientes, Jalisco. Was registered the following biological characteristics: flower, fruit and production time. Analysis chemical proximal and *in vivo*, *in vitro* and *in situ* digestibility was determinated. From cell wall were determinated components: neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber and lignin, and also calcium (Ca), phosphorus (P), potassium (K), nitrogen (N), magnesium (Mg), sulphur (S) and copper (Cu). Also was made a behavior test and estimated cost of treatments with inclusion of 10 and 20% of *E. cyclocarpum*, *B. alicastrum* and a witness diet. Results shown that phenologic conduct of species was: flowering appear on March to May on *E. cyclocarpum* and *E. cyclocarpum* from October to March. Concerning to fructifying, it was present on April to June on *E. cyclocarpum* and February and March on *E. cyclocarpum*. Chemical composition was good, with crude protein contents (PC) values of 22.90 and 10.88% for *E. cyclocarpum* and *B. alicastrum*, respectively. The mineral content it's adequate for ovine requeriments with the following values: Ca (0.27, 0.20), P (0.30, 0.20) and K (0.86, 1.00). As well, also fiber fractions present values of 7.24 until 13.18%. Better digestibility *in vivo* (DIVO) of dry matter (MS) correspond to *E. cyclocarpum* meal, meanwhile *B. alicastrum* obtain 57.11%, showing a significative difference ($P < 0.05$) on dry matter from both meals on study. Digestibility *in vitro* (DIV) of MS was 68.13 for *E. cyclocarpum* and 65.53% for *B. alicastrum*. It wasn't found signifficative difference on *in situ* digestibility (DIS) (60.35 vs. 60.26%) of the PC. Because of antinutritional factors presents, inclusion of 20% for both meals causes diminution on food conversion. To the inclusion of 20% *E. cyclocarpum* meal (167 g) correspond lower daily weight gain. The better food conversion was present with inclusion of 10% of *B. alicastrum* meal (6.13:1). Estimated lower cost of food by kg of meat produced on this trial was observed with 20% inclusion of *E. cyclocarpum* meal (\$12.76); the cost of witness diet was of \$17.80, according to considered parameters.

Use of arboreal species on the cattle it's an option of food supplementation for make better quality on ovine diets during dry season (on that places where they are available naturally).

Key words: forage trees, ovine, *in vivo*, *in vitro* and, *in situ* digestibility, behavior trial, estimated cost.

I. INTRODUCCIÓN

La baja productividad y la degradación del ambiente caracterizan las explotaciones pecuarias tradicionales de muchas regiones, en especial las zonas de ecosistemas de bosque húmedo y de los suelos secos y pobres. Se ha reconocido el fenómeno y se han descrito los procesos típicos de degradación de forrajes tropicales, cuando son utilizadas especies no adaptadas a las condiciones edafoclimáticas, bióticas y de sistemas de producción de las diferentes zonas agroecológicas prevalentes en zonas ganaderas tropicales (Salinas, 1987).

Entre las diferentes alternativas disponibles para reducir el deterioro ambiental producido por el auge expansionista de la ganadería tradicional extensiva en el trópico mexicano, se tiene la implementación de prácticas de tipo agroforestal, que impulsa la integración de árboles y arbustos con la producción animal y que podría dar la pauta para el desarrollo de sistemas de producción sustentable que no atente contra el frágil equilibrio ecológico del trópico mexicano, que incluso pudiera mejorar el comportamiento animal como ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, sin tener que depender de recursos externos (Laker, 1994).

Bajo la presión de producir alimentos en sistemas que mantengan estables su producción y rentabilidad a largo plazo, sin generar inequidad social y preservando todos los recursos naturales bajo el paradigma de la sostenibilidad, han cobrado especial importancia el uso de árboles forrajeros como fuente viable para la alimentación animal y más recientemente el manejo de sistemas silvopastoriles que integran el uso de pasturas, árboles y animales con diferentes objetivos y estrategias de producción (Giraldo, 1996a).

En México existe una gran variedad de especies arbóreas y arbustivas que tienen potencial para ser incorporadas en los sistemas de producción en el trópico (Topps, 1992; Contreras *et al.*, 1995; Toledo *et al.*, 1995; Soto *et al.*, 1997), los cuales podrían introducir elementos de sostenibilidad en los sistemas actuales (Enkerlin *et al.*, 1997), al hacerlo menos dependiente de insumos externos, concentrados, energéticos y proteicos que tienen que ser adquiridos a costos elevados por los ganaderos (Laker, 1994).

El potencial de los sistemas silvopastoriles para la producción animal es alto, si se tiene en cuenta que las leñosas perennes, como componentes fundamentales de los sistemas, pueden estar constituidas por árboles forrajeros de gran diversidad biológica. El mayor potencial se encuentra en las especies de la familia leguminosa; sin embargo, casi cualquier especie de árbol es potencialmente apta dependiendo de las características ambientales y socioeconómicas locales, así como de las especies asociar, del arreglo de componentes y de la función para la cual se incluyen (Giraldo, 1996b).

Dentro de estas especies que contribuyen con la producción ganadera son los árboles de *Enterolobium cyclocarpum* Jacq. Griseb, y *Brosimum alicastrum* Sw. que se encuentran presentes en los tipos de vegetación de la costa de Jalisco y cuya utilización forrajera se realiza en los agostaderos, contribuyendo en forma importante en la alimentación animal, sobre todo durante la época seca; cuando la disponibilidad de forraje base como son las gramíneas es muy escaso y el valor nutritivo de estas especies disminuye, siendo la utilización de las especies arbóreas la fuente principal de alimentación para la ganadería, por lo cual el estudio del comportamiento animal es muy valioso dado que nos permitiría generar tecnologías para su apropiada utilización y preservación dentro de los ecosistemas en que se encuentran presentes. Por otro lado, dado a su uso multipropósito pudieran ser incorporadas para utilizarlos como: cortina rompevientos, maderables, sombra, leña y fuente de néctar y/o polen para la industria apícola.

Por lo cual dentro de los objetivos del presente trabajo es evaluar aspectos nutritivos del fruto de estas especies arbóreas para incorporarlas a los sistemas de explotación pecuaria como una alternativa para mejorar el rendimiento animal, al incrementarse el consumo de proteína, energía y minerales en la dieta del ganado a un costo reducido

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción de alimento para una población en constante aumento el problema de alimento, se agrava por la disminución de tierras para las actividades agropecuarias, debido a restricciones biofísicas, ambientales y socioculturales, entre otros aspectos. La experiencia general parece demostrar que cuando existen limitantes, se hace más necesario concentrar los esfuerzos para hacer un uso óptimo del tiempo, el espacio y la diversidad biológica principalmente de especies vegetales multiusos (Simón, 1997), lo cual conlleva a una mejor utilización de estos recursos para la producción de alimentos tanto de origen vegetal como animal.

México es un país que por sus características edáficas, topográficas y climáticas, presenta una riqueza importante de flora y fauna, principalmente por su diversidad en especies vegetales; sin embargo, su uso y aprovechamiento es limitado, siendo necesario el estudio sobre este recurso, para una mejor y adecuada utilización de estas especies, mismas que constituyen una fuente valiosa de alimento para el ganado y la fauna silvestre (Jaramillo, 1994).

Jalisco cuenta con clima y topografía muy variables lo que origina una diversidad de especies arbóreas y arbustivas que es importante fuente de alimento para el ganado y la fauna silvestre, principalmente durante la época seca, además sirven de refugio para aves, especies menores y protege al ganado de los rayos solares. Sin embargo, esta fortaleza se ha visto desaprovechada por desconocimiento en la aplicación de estos recursos, principalmente entre los ganaderos, al no aprovechar estos recursos en la época cuando hay poca disponibilidad de forraje.

III. JUSTIFICACIÓN

La necesidad de incrementar la producción de alimentos para satisfacer la demanda alimenticia de una población humana en crecimiento, es uno de los mayores retos que enfrenta el mundo moderno y más específicamente los países en vía de desarrollo (Febles *et al.*, 1995). Los bosques han sido considerados tradicionalmente, zonas no productivas, y su destrucción fue por mucho tiempo sinónimo de desarrollo. La deforestación es un problema serio, que si no se corrige, puede acabar con muchas especies y áreas silvestres importantes. Los árboles contribuyen a que el agua de lluvia penetre lentamente, desempeñando un papel importante en la regulación del flujo de los ríos, por lo que en muchas zonas deforestadas se presentan inundaciones en las partes bajas durante la temporada de lluvia y sequías durante los meses secos. La cubierta de árboles también previene la erosión del suelo, manteniendo la tierra fértil y productiva, teniendo en cuenta que en muchas partes del país, la erosión ha dejado la tierra que fue productiva en un lugar deteriorado afectando al mismo tiempo la ganadería que en esas zonas se alimentan de hojas y frutos, principalmente en la época seca. Por lo cual es importante buscar alternativas de producción, sin deteriorar los recursos naturales utilizando especies nativas con un manejo integral que permita incrementar la producción pecuaria. (Mahecha *et al.*, 1999).

El gran reto de la ganadería moderna consiste en incrementar la producción de carne y leche en forma acelerada y sostenible, de tal manera que permita suplir la demanda de la población y además, garantice la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

En los sistemas silvopastoriles tradicionales existen muchas especies leñosas de usos múltiples, entre ellas la *Enterolobium cyclocarpum* y *Brosimum alicastrum* que producen frutos o vainas ricas en energía digerible, proteínas y minerales durante la época seca. Estas especies crecen en forma natural en los potreros y fructifican de enero a mayo, cuando el forraje es poco y de mala calidad. Aunque el potencial de los frutos es ampliamente conocido, pocos ganaderos los usan en forma sistemática para la alimentación animal. Esto se atribuye en parte a la falta de

tradición en la utilización del fruto y por la escasa información sobre el manejo y valor nutricional de ellos.

Por lo cual el estudio de las especies arbóreas, su manejo tecnológico y su aprovechamiento racional contribuirá: a la conservación de éstas especies al embellecimiento del paisaje, proporcionará sombra y un nicho ecológico para la micro y macro fauna local, al mismo tiempo protegerá al suelo de la acción directa del sol, el agua y el viento, incrementará la fertilidad y la estructura del mismo al incorporarse la materia orgánica, favorece la actividad biológica presentandose una mayor mineralización y disponibilidad de nitrógeno, lo que a su vez disminuye el proceso de erosión hídrica, al reducir el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, permitiendo que se incremente la capacidad de infiltración y retención del agua.

IV. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

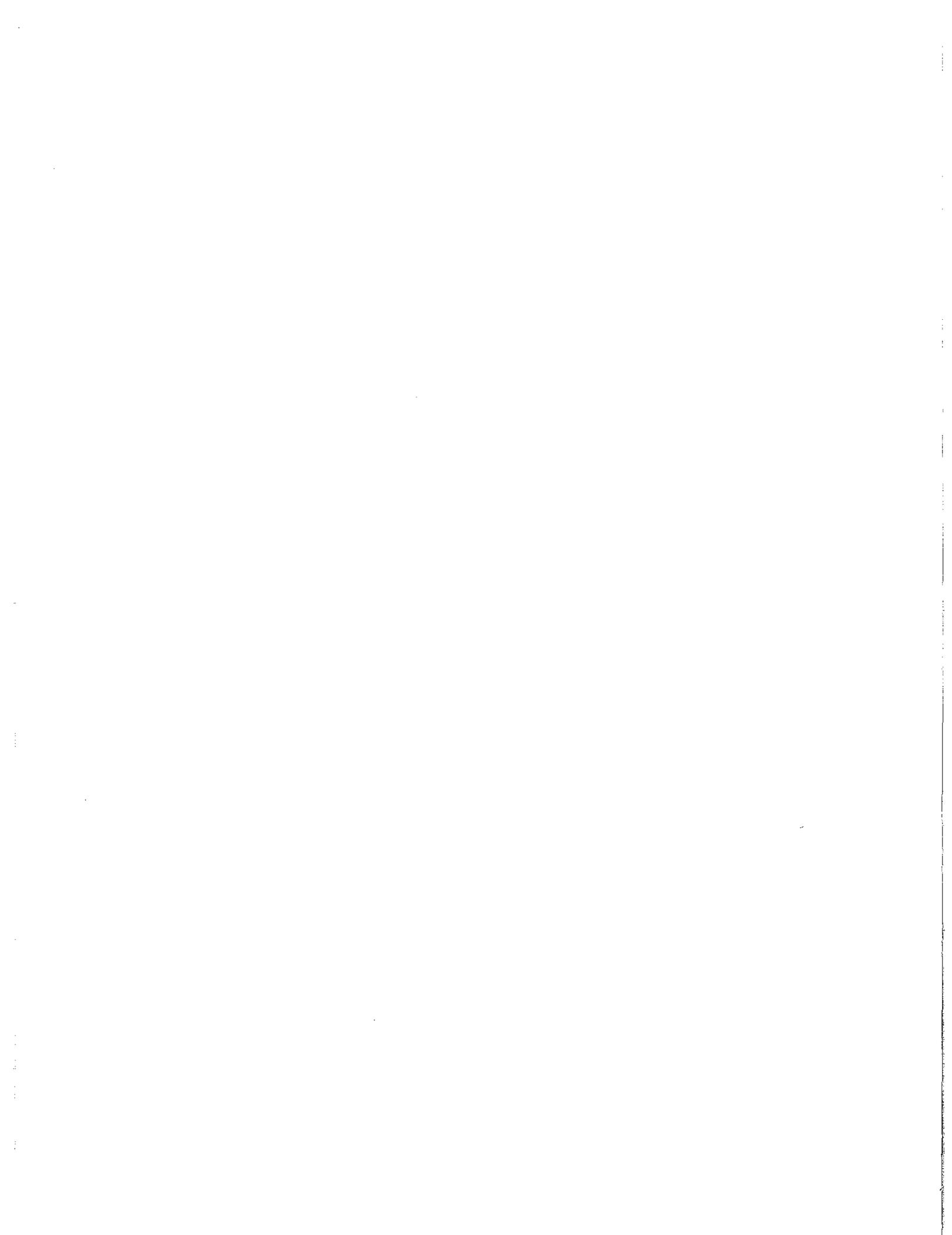
Evaluar el valor nutricional de los frutos de las especies arbóreas *Enterolobium cyclocarpum* y *Brosimum alicastrum* para incorporarla en la dieta de ovinos en el trópico seco.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Evaluar el comportamiento fenológico, del *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*.
- 2.- Medir la producción del fruto, altura y diámetro (a la altura del pecho DAP) del *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*.
- 3.- Determinar la calidad nutritiva de la harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*
- 4.- Valorar la digestibilidad *in vivo*, *in vitro* e *in situ* de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA) de los frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*
- 5.- Evaluar el comportamiento de ovinos al incluir la harina de frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* en su dieta alimenticia
- 8.- Estimar el valor económico de las raciones en estudio

V. HIPOTESIS

La inclusión de la harina de los frutos de *Enterolobium cyclocarpum* y *Brosimum alicastrum* como suplemento isocalórico e isoprotéico en la alimentación animal, puede incrementar la ganancia de peso y la conversión alimenticia, mejorando el contenido nutricional de las dietas de los rumiantes, principalmente en la época seca, donde la calidad y cantidad de forraje es muy limitada.



VI. REVISIÓN DE LITERATURA

Los bosques tropicales presentan una extraordinaria riqueza en diversidad biológica y la influencia reguladora que ejercen en el clima es ampliamente reconocida. Está activamente comprometida con la preservación de la flora y fauna tropical a través de una acción directa en la zona del bosque en la que participen los lugareños, con el fin de mantener un desarrollo sustentable (Gómez y Del Amo, 1994).

En la búsqueda de sistemas de producción más sostenibles, los sistemas silvopastoriles parece ser una alternativa a corto y largo plazo. La introducción de árboles en las praderas además de ofrecer forraje de buena calidad a los animales, especialmente si son leguminosas, pueden controlar la erosión y mejorar la fertilidad de los suelos. Adicionalmente ofrecen otros productos como leña, madera, frutos, proporcionándole otros ingresos al productor y dándole mayor estabilidad económica (Gómez y Del Amo, 1994).

Otro uso de los árboles y arbustos, de especial importancia para países como México, lo constituye la vegetación que es utilizada por el ganado como sombra y fuente alimenticia pero además genera recursos económicos a los productores en el aprovechamiento de la madera, que tiene mucha demanda por su gran belleza y durabilidad (Miranda, 1942).

6.1 Los árboles y su utilidad

Un componente muy importante dentro de los bosques son los árboles, proporcionando otros beneficios adicionales, como por ejemplo; reciclaje de nutrientes, fijación de nitrógeno, profundidad de las raíces, control de la erosión, reducción del impacto de la lluvia sobre el suelo, permanencia de la materia orgánica sobre la superficie del suelo, mayor contenido de nutrientes en el suelo, diversidad biológica, preservación de fuentes de agua, además de ejercer efectos positivos sobre el ambiente (Baumer, 1992; Ibrahim, 2001 y Mahecha et al., 1999).

Los árboles y arbustos son fuente importante de alimento para la ganadería y la fauna silvestre, principalmente durante la época seca, el valor forrajero de las hojas y frutos de estas especies es muchas veces superior a plantas herbáceas, particularmente si nos referimos a las leguminosas (Baumer, 1992).

Existen diversas producciones de uso domestico que se basan en el bosque como son: alimentos, implementos para la construcción, resinas, fibras taninos y sustancias para la industria farmacéutica

La inclusión de árboles y arbustos, significa un reto para la ganadería tropical moderna, el cual consiste, por un lado, en incrementar la producción de proteína de origen animal acelerada y constante para suplir la demanda de la población utilizando los recursos de la región y no depender de los alimentos balanceados y por otro el garantizar la conservación de los recursos naturales y el ambiente (Hernández *et al.*, 1998).

Los bosques representan un bien económico tangible para las sociedades de los países más pobres, por representar un importante papel en la preservación del hábitat de especies y diversidad biológica, sin embargo, la contribución de los bosques en producción y la conservación de la diversidad biológica, sólo podrá aprovecharse plenamente dentro de una estrategia integral en el uso de tierras de acuerdo a su ubicación y composición de recursos (Gómez y Del Amo, 1994).

Por otro lado las zonas calido húmedas ofrecen una amplia gama de posibilidades en su aprovechamiento racional, los árboles pueden ser de vegetación natural o inducida con fines maderables, para productos industriales, como frutales o como árboles multipropósitos en apoyo específico para la producción animal (Mahecha *et al.*, 1999).

6.1.1 Producción de forraje de especies arbustivas y arbóreas

En México existen una gran variedad de especies de árboles y arbustivas que tienen potencial para ser incorporadas en los sistemas de producción de rumiantes en el trópico (Topps, 1992; Sotelo *et al.*, 1995; Contreras *et al.*, 1995; Toledo *et al.*, 1995; Soto *et al.*, 1997 y Flores *et al.*, 1998), las cuales podrían introducir elementos de sostenibilidad en los sistemas ganaderos actuales (Enkerlin *et al.*, 1997) al

hacerlos menos dependientes de insumos externos (concentrados energéticos y proteicos) que tienen que ser adquiridos a un costo elevado para la finca (Laker, 1994). Por ejemplo, el árbol de *B. alicastrum* se encuentra presente en una proporción considerable en los patios de las casas en la zona rural y en algunas áreas en la zona urbana y su uso como forraje de corte está ampliamente difundido desde hace muchos años. El uso de árboles y arbustos en los sistemas de producción animal tropical tiene varias ventajas entre ellas sus múltiples usos. Pueden ser empleados como cerco vivo, como sombra, leña, con propósitos ornamentales. Las arbóreas como *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* se encuentran normalmente en los potreros en forma nativa (Enkerlin *et al.*, 1997).

6.1.2 Especies arbustivas y arbóreas en la nutrición animal

Para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales, como de producción y de versatilidad agronómica, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. En tal sentido los requisitos para tal calificación son: i) que el consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios en sus parámetros de respuesta; ii) que el contenido de nutrimentos sea atractivo para la producción animal; iii) que sea tolerante a la poda y iv) que su rebrote sea lo suficientemente vigoroso como para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible por unidad de área (Solano, 1994; Camero, 1995; Reyes y Jiménez, 1998; Enríquez *et al.*, 1999; citados por Sosa *et al.*, 2004). Los bosques tropicales, tienen un alto potencial utilitario y en ello se han registrado especies forrajeras importantes; (*Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum alicastrum* y especies de los géneros *Leucaena* y *Acacia*, entre muchas otras (Flores *et al.*, 1998). La paradoja es que especies importantes tanto de uso forrajero como comestible y medicinal, están desapareciendo por la tala de dicho hábitat para sustituirlos por pastizales (Sanchez, 1998). Se calcula que 2.93 millones de hectáreas de la zona subhúmeda de México han sido convertidas en pastizales (Toledo *et al.*, 1995).

6.2 Sistemas agroforestales

La definición de Sistemas Agroforestales propuesta por Combe y Budowski (1979), los presentan como “un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas entre sus componentes”. Esta definición incluye los Sistemas Silvopastoriles (SSP) en los cuales un componente arbóreo se asocia a un componente productivo pecuario. Estas combinaciones que bien pueden ser simultáneas o secuenciales, en un mismo sitio, tienen como objetivo optimizar la producción del sistema y procurar un rendimiento sostenido.

Los sistemas agroforestales ofrecen una alternativa sostenible para aumentar la biodiversidad animal y vegetal, y para aumentar los niveles de producción animal, con reducida dependencia de los insumos externos. Con ellos se trata de aprovechar las ventajas de varios estratos de la vegetación, como se ha enfatizado desde hace tiempo en el Sudeste Asiático (Nitis *et al.*, 1991) y de mejorar la dieta animal proporcionando una diversidad de alimentos, forrajes, flores y frutos, que permiten al animal variar su dieta y aumentar su nivel de producción (Nitis *et al.*, 1991).

En los sistemas agroforestales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. El propósito es lograr un sinergismo entre los componentes, el cual conduce a mejorar las metas, tales como productividad y sostenibilidad, así como también diversos beneficios ambientales y no-comerciales (Combe y Budowski, 1979).

Los sistemas agroforestales se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo cual contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y, como consecuencia, mejorar el nivel de vida de la población rural. En consecuencia, persiguen objetivos tanto ecológicos como económicos y sociales (Pineda *et al.*, 2002).

La característica principal de los Sistemas Agroforestales es su capacidad de optimizar la producción del territorio (unidad predial) a través de una explotación diversificada, en la que los árboles cumplen un rol fundamental. Este rol se ve reflejado en que los árboles pueden proveer muchos productos tales como madera, alimento, forraje, leña, postes, materia orgánica, medicina, cosméticos, aceites y resinas entre otras. Por otra parte, los árboles son proveedores importantes de servicios como seguridad alimenticia, conservación de suelos, aumento de la fertilidad del suelo, establecimiento de un microclima, cercos vivos para los cultivos y árboles frutales, demarcación de límites, captura de carbono, estabilización de cuencas, protección de la biodiversidad, recuperación de tierras degradadas y control de maleza (Pineda *et al.*, 2002).

Montagnini (1992), destacó que los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales, en los cuales las especies leñosas (árboles y arbustos), son utilizados en asociaciones con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en secuencia temporal, esto responde a las condiciones generales de un sistema agropecuario, en donde los componentes son árboles, cultivos y animales.

Kass *et al.*, 1992, destacaron los objetivos principales de los sistemas agroforestales, entre ellos:

- 1.- Aumentar la productividad vegetal y animal.
 - 2.- Asegurar la sostenibilidad a través de un apropiado uso de la tierra.
 - 3.- Diversificar la producción de alimentos.
 - 4.- Producir madera, leña y otros materiales diversos que sirvan para subsistencia del agricultor, el uso industrial o la exportación.
 - 5.- Mitigar los efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia, sobre los suelos.
 - 6.- Minimizar la escorrentía del agua y la pérdida del suelo.
 - 7.- Combinar lo mejor de la experiencia tradicional, con los conocimientos modernos.
- Estos sistemas incluyen diversas modalidades y prácticas agrícolas con interacciones ecológicas y económicas entre los componentes árboles, animales y cultivos y/o pastos.

6.3 Sistemas silvopastoriles

Entre las diferentes alternativas disponibles para reducir el deterioro ambiental producido por el auge expansionista de la ganadería tradicional extensiva en el trópico mexicano, se tiene la implementación de prácticas de tipo agroforestal (e.g. silvopastoreo), que impulsan la integración de árboles y arbustos con las de uso multipropósitos, que deben ser rescatadas y que pueden conducir al desarrollo de la ganadería y a la reducción del deterioro ambiental (Arias, 1987; Ibrahim, 2001).

Un amplio rango de especies arbóreas de leguminosas, como de otras familias de plantas, ha sido identificado como útiles para la alimentación animal de rumiantes y de monogástricos en todas las regiones del mundo, tanto en zonas tropicales como en zonas templadas. En este sentido, se ha informado la existencia de alrededor de 650 especies de árboles fijadores de nitrógeno y se considera que la mayoría son leguminosas, aunque hay, otras familias de plantas implicadas en estos procesos de fijación de nitrógeno, mediante la asociación de actinomicetos del género *Frankia* (Shelton y Brewbaker, 1994 y Shelton, 1996).

Los sistemas silvopastoriles constituyen alternativas que conducen a una mayor estabilidad y menor susceptibilidad de los agroecosistemas. Este método es útil para nuestro país y otros de similares condiciones ambientales, para aumentar la calidad de los pastos, lo que es esencial para garantizar la alimentación animal (Shelton, 1996).

6.3.1 Especies arbóreas con potencial forrajero utilizadas en sistemas silvopastoriles

El follaje de árboles de uso forrajero se caracteriza por tener un alto contenido de proteína cruda (hasta 35%), el doble o aún más del de las gramíneas tropicales y además contienen fibra larga, nitrógeno no proteico (NNP), proteína y grasa. Sin embargo, su digestibilidad es relativamente baja (entre 50-60%) comparada con los forrajes herbáceos. Cabe mencionar que la fibra larga, el NNP y una cantidad variable de la proteína, consumidos en el forraje arbóreo, son fermentados y utilizados como nutrimentos por la flora ruminal. Una parte de la proteína puede estar ligada a compuestos antinutricionales, llamados taninos y fenoles condensados, que le permiten escapar con la grasa, a la fermentación ruminal, por lo cual su forraje

puede ser fuente importante de proteína y de energía sobrepasantes, siempre que se logre un balance apropiado de nutrimentos en el ecosistema ruminal (Preston y Leng, 1989). Una cantidad variable de la proteína ligada a compuestos antinutricionales puede sobrepasar el aparato digestivo y salir inalterada en las heces (indigerible). Además, ciertos compuestos antinutricionales, presentes en el forraje de algunas especies, pueden ser tóxicos para la flora (bacterias y hongos) o para la fauna (protozoarios) ruminales (Botero y Russo, 1997a; 1997b).

Las especies que han resultado persistentes y productivas en diversos sistemas agropecuarios y con posibilidad de ser el componente arbóreo en un SSP en las regiones tropicales se enumeran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Principales arbustos y árboles forrajeros con uso actual o potencial como componente arbóreo en sistemas silvopastoriles en zonas tropicales caducifolios de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán de Jalisco.

Árboles Forrajeros	Nombre común	Parte consumible	Familia
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Hojas y tallo joven	<i>Mimosaceae</i>
<i>Acacia cochliacantha</i>	Huizache blanco	Hojas y tallo joven	<i>Mimosaceae</i>
<i>Acacia riparia</i>	Tasajillo	Hojas y tallo joven	<i>Mimosaceae</i>
<i>Brosimum alicastrum</i>	Capomo	Hoja y frutos	<i>Moraceae</i>
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Parota	Frutos	<i>Mimosaceae</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	Hojas, tallos y frutos	<i>Sterculiaceae</i>
<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje	Hojas y fruto	<i>Mimosaceae</i>
<i>Morus alba</i>	Morera	Hojas y tallos	<i>Moraceae</i>
<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamuchil	Hojas y frutos	<i>Mimosaceae</i>
<i>Pithecellobium longifolium</i>	Guamuchil ahogón	Hojas y frutos	<i>Mimosaceae</i>
<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite	Hojas y frutos	<i>Mimosaceae</i>
<i>Spondias bombin</i>	Ciruela amarilla	Hojas y tallos	<i>Anacardiaceae</i>
<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela colorada	Hojas y Tallos	<i>Anacardiaceae</i>

Fuente: Carranza *et al.*, 2003.

6.3.2 Clasificación de los sistemas silvopastoriles

El silvopastoreo es un tipo de agroforestería que implica la presencia de animales directamente pastando entre o bajo los árboles. Los árboles pueden ser de vegetación nativa o plantada con fines maderables (pinos), para productos industriales (caucho, palma de aceite), como frutales (mangos, cítricos) o árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal (Sánchez, 1998). Por tanto, existen varios tipos de sistemas silvopastoriles con componente pecuario: pastoreo en áreas forestales, pastoreo en huertos, pastoreo en plantaciones de árboles con fines industriales, praderas con árboles o arbustos forrajeros en las praderas, sistemas integrados mixtos con árboles forrajeros o multipropósito para corte.

6.3.2.1 Pastoreo en áreas forestales

Bustamante y Romero (1991), mencionaron que en este modelo, se utilizan terrenos con cultivos ya establecidos de especies forestales, la finalidad puede ser la producción de madera, leña, frutas, sombra y carbón en donde son incluidos animales para pastorear, los cuales consumen los pastos y otras hierbas que crecen en el estrato herbáceo y que el principal objetivo de este sistema consiste en obtener alguno de los productos antes mencionados y reducir riesgos de incendios, además de obtener ingresos económicos a corto plazo con la producción ganadera.

La presencia del ganado en sistemas arbóreos, actúa como un agente modificador del crecimiento de la gramínea al imponer cambios en la velocidad de rebrote, con consecuencias sobre los patrones de consumo de la biomasa forrajera, que son distintos a los realizados cuando se encuentra en potreros sin árboles. Esto va a imponer cambios sustanciales en los patrones de pastoreo de los animales, sobre los cuales, es necesario realizar mayores investigaciones (Obispo, 2005).

La actividad ganadera hace otro tipo de aportes benéficos a la actividad forestal; entre ellas actúa como una herramienta de limpieza, manteniendo controlado el sotobosque, reduciendo los costos de control de malezas y facilitando el acceso al sitio, disminuye los riesgos de incendios, al consumir el material combustible (malezas y restos de podas). Las deyecciones de los animales

constituyen un aporte significativo de materia orgánica, y tiene efecto en el ciclaje de nitrógeno y fósforo. Se han reportado valores de N en heces entre 130 a 460 kg N/ha, que podrían estar retornando al suelo, pero esta dinámica ha sido escasamente estudiada en el trópico (Obispo, 2005).

6.3.2.2 Cercas vivas

Las cercas vivas están definidas como elementos del paisaje que se han formado de manera natural, a partir de la regeneración de la vegetación, siguiendo las líneas del alambrado o los canales de drenaje que separan los campos de cultivo o los pastizales destinados a la ganadería (Ariga, 1997).

En los últimos años el sistema de cercas vivas ha tomado mayor relevancia económica y ecológica, no sólo porque su establecimiento significa un ahorro del 54 por ciento con respecto al costo de las cercas convencionales (Ariga, 1997), sino porque constituye una forma de reducir la presión al bosque para la obtención de postes y leña. Además, representa una forma de introducir árboles en los potreros.

Las plantaciones de árboles en los bordes de las parcelas tienen varias ventajas para los sistemas pecuarios como: creación de una cerca limitando el movimiento de los animales, protección contra el viento y los rigores del clima y fuente ocasional de forraje. Los setos son sitios de diversidad biológica animal y vegetal cuyo papel en la construcción de paisajes es importante, pero también actúan como refugio para los depredadores (Romero, 1993).

Las cercas vivas pueden dividirse en dos categorías básicas; postes vivos de cercas y barreras vivas o setos. Los postes vivos de cercas están espaciados, son hileras únicas de plantas leñosas que son regularmente descopadas y que se usan en vez de los postes de metal o madera para sostener el alambre de púas u otros materiales. Los setos son cercas más espesas, espaciadas densamente y generalmente incluyen un cierto número de diferentes especies de plantas y no utilizan alambre de púas. El Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería ICRAF, 2000 (por su nombre en inglés) define actualmente a las cercas vivas como "una forma de establecer un límite mediante la siembra de una

hilera de árboles y/o arbustos a distancias relativamente cercanas, a los cuales se fijan líneas de alambre (Ariga, 1997).

El propósito primario de las cercas vivas es controlar el movimiento de los animales y de la gente. Sin embargo, han demostrado ser sistemas muy diversos y de bajo riesgo que proveen numerosos beneficios a los granjeros, además de su función principal (servir como barrera), las cercas vivas pueden proveer leña, forraje, alimentos, actúan como cortinas rompevientos y enriquecen el suelo, dependiendo de las especies que se utilicen (Villanueva *et al.*, 1993).

Los setos son una sucesión de árboles o arbustos plantados muy cerca unos de otros en una sola hilera o algunas veces dos o tres. Las plantas pueden provenir de estacas, de viveros o ser sembradas directamente en el sitio (Botero, 1988).

Los setos deben plantarse en donde haya poco riesgo de incendios forestales y ser desmalezados regularmente. La poda es deseable cuando las plantas alcanzan una altura de 70-100 cm, con el fin de fortalecer la efectividad del seto en su base. Posteriormente la poda apunta a limitar la extensión del seto tanto de ancho como de alto (Botero, 1988).

Los postes vivos de cercas se encuentran comúnmente en alambrados convencionales. En muchos casos, los árboles y arbustos que aparecen a lo largo de los alambrados se originan de semillas depositadas por las aves que se posan sobre los estacones muertos o sobre los alambres. Los postes vivos de cercas son mucho más duraderos que los estacones tradicionales ya que son menos susceptibles al ataque por termitas y a la descomposición por la acción de los hongos (Febles *et al.*, 1995), señalaron que la selección de especies para cercas vivas debe reunir características de gran crecimiento, facilidad de reproducción vegetativa, rapidez en el rebrote después de la poda, capacidad para la formación de una cerca densa, ausencia de problemas graves de plagas y enfermedades, además de proporcionar otros beneficios como leña, madera, follaje, productos insecticidas, entre otros.

6.3.2.3 Bancos de proteína

Un banco de proteína no es más que un área de terreno o potrero destinado al uso exclusivo de una especie vegetal rica en proteína, el cual puede ser usado

mediante un pastoreo controlado o cosecharse mediante prácticas de cortes. Para la implantación de este sistema se requiere de especies de alta producción de materia seca, un buen desenvolvimiento durante la época seca y que garantice una buena calidad tanto química como física en el forraje (Mosquera y Lascano, 1992).

El uso de bancos de proteína es una de las vías de manejo de pastos donde se ha demostrado como inciden favorablemente en el peso de los animales. Los bancos de proteína proveen forraje de alta calidad durante las épocas críticas del año, tiempo en el cual el pastizal decae en productividad y valor nutritivo, limitando su consumo y utilización por parte de los animales. En los últimos años se ha investigado sobre el cultivo de especies leñosas (leguminosas y no leguminosas) en bloques compactos y con alta densidad, con el fin de maximizar la producción de fitomasa para suplementación animal, en diferentes sistemas de producción (Holmann y Lascano, 2001).

Macedo y Palma (1998), en el estado de Colima, realizaron un estudio comparativo entre dos grupos de 15 vacas de doble propósito (Holstein x Cebú) cada uno, con lactancias superiores a 120 días y un nivel productivo promedio de 5 l/día. Uno de ellos recibió el manejo tradicional, el cual, consistió en pastoreo de pasto estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*) y 1 kg de un concentrado proteico de tipo comercial (16% PC y 3 Mcal EM/Kg MS) después de terminar la ordeña, el segundo grupo sustituyó dos horas del pastoreo de gramíneas por el banco de proteína. La inclusión de 0.8 kg MS/animal/día en la dieta incrementó significativamente la producción de leche ($p < 0.05$), de 1.3 a 1.5 litros por animal.

6.3.3 Interacción en los sistemas silvopastoriles

El uso del follaje de árboles y arbustos para alimentar rumiantes es una práctica conocida por los productores en América Central desde hace siglos, y el conocimiento local de los productores es de mucha importancia para la sistematización de investigación en leñosas forrajeras (Arias, 1987; Ibrahim, 2001).

Especies como ramón (*Brosimum alicastrum*), madero negro (*Gliricidia sepium*), poró (*Erythrina spp*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*), son generalmente utilizadas durante la época seca como suplemento para los animales en los sistemas

de producción extensivos y semi-intensivos o de doble propósito (Flores *et al.*, 1998; Ibrahim, 2001).

La disponibilidad energética del follaje en muchas especies arbóreas y arbustivas es similar o superior a la observada en gramíneas tropicales (Escobar *et al.*, 1996; Benavides, 1994). Sin embargo, algunas de ellas muestran una degradabilidad ruminal baja, por poseer altos contenidos de taninos (6-10% en base seca) (Valerio, 1990; Lascano y Pezo, 1994).

Sin embargo, un aspecto que conviene rescatar del uso del forraje de leñosas perennes, es que la incorporación restringida de ellas promueve el consumo de raciones basadas en gramíneas de madurez avanzada o en residuos fibrosos (Giraldo, 1996a).

La proteína cruda del follaje de las leñosas perennes es de menor calidad que la de los suplementos proteicos tradicionales (harina de soya y harina de pescado), pero superior a las fuentes de nitrógeno no proteico como la urea. Por ello, en los estudios con bovinos se ha detectado mayor producción de leche y ganancia de peso con las fuentes proteicas tradicionales, pero el beneficio económico siempre ha sido mayor con el uso del follaje de leñosas perennes (Souza *et al.*, 2000).

El efecto ecológico más esperado de los árboles en los agroecosistemas tropicales húmedos es, sin duda, la conservación del suelo. Por un lado, las copas pueden disminuir el impacto de las lluvias que provoca erosión y compactación del suelo. Por el otro, el sistema radicular de los árboles, generalmente denso y profundo, además de evitar el arrastre de las partículas del suelo, tiene el potencial de absorber los nutrientes en las capas más profundas del suelo (Montagnini, 1992), este proceso puede favorecer, mediante el ciclaje de nutrientes a las forrajeras u otros cultivos anuales de enraizamiento superficial, que son sembrados de forma asociada a los árboles, como en los sistemas agroforestales en general o en los SSP, en particular (Mahecha, 2002).

El efecto del impacto animal en un sistema silvopastoril donde éste rompe la superficie del suelo expuesto a la intemperie, con el pisoteo incorpora las heces y el mantillo orgánico al suelo, acelerando el reciclaje de nutrientes y ayuda al establecimiento de las plántulas (Riesco, 1992).

Pezo e Ibrahim (1996), señalaron que existen efectos negativos, en el caso de ecosistemas con lluvias marginales, la competencia por agua y nutrientes puede perjudicar fuertemente a las plantas herbáceas. El descanso y sombreado del ganado bajo los árboles, produce la disminución de la cobertura herbácea y causa compactación al suelo, también se produce daño físico a los árboles jóvenes al rascarse en el tallo, raspar la corteza o consumir intensamente los rebrotes.

6.3.4 Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la ganadería

Pentón y Sosa (1998), señalaron que la repercusión de las plantas arbóreas en el agroecosistema radica en las ventajas de su uso; la sombra difusa que proyectan constituye un elemento estabilizador del microclima en cuanto a temperatura ambiente, humedad relativa, incidencia de la radiación solar sobre la superficie y movimiento del aire inferior, esto se traduce en un mejoramiento de las características forrajeras del pastizal, un mayor tiempo de estancia de los animales en el potrero, mejor aprovechamiento del pasto y mayor excreción animal en el campo, lo que condiciona un ciclo cerrado de reciclaje de nutrientes.

La mayor parte de los ranchos ganaderos de la costa se caracterizan por la presencia de árboles dispersos en potreros para proveer sombra y alimentos para los animales, además de generar ingresos a través de la venta de madera y fruta, entre ellos se encuentra la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y el capomo (*Brosimum alicastrum*.) En los últimos años se ha observado un incremento en la extracción de madera en los ranchos ganaderos. Posiblemente esto se relaciona con la baja del precio de la carne y el alto precio pagado por la madera fina extraída de los potreros. (Viera y Barrios, 1997).

Debido a la importancia de la actividad forestal en la generación de ingresos adicionales, se ha observado una tendencia al incremento de la densidad de árboles maderables en potreros. Sin embargo, los ganaderos no tienen herramientas prácticas para manejar la regeneración natural de especies valiosas y para establecer y proteger árboles en potreros (Kosarik, 1997).

De manera creciente se está considerando la integración de un componente ganadero en las plantaciones forestales comerciales por dos motivos: para

proporcionar ingresos durante el tiempo que los árboles no se explotan y para reducir los riesgos de incendios forestales (Kosarik, 1997).

6.4 Leguminosas (Fabaceae)

Familia cosmopolita con 700 géneros y unas 17,000 especies de árboles, arbustos y plantas herbáceas. La enorme variabilidad de formas y estrategias ha permitido a sus especies adaptarse a las condiciones ecológicas más diversas que van desde los trópicos de África, Asia y América a zonas templadas e incluso frías (Allies y Barneby, 1996). La familia *Leguminosae*, se divide en tres subfamilias: *Caesalpinoideae*, *Mimosoideae* y *Faboideae*, tiene representantes tanto en altitudes inferiores a cero, como en lugares casi inaccesibles de los Andes (Allies y Barneby, 1996). Una de las características principales de las leguminosas es su elevado contenido de proteína, además de la presencia de carbohidratos, fibra, minerales y su riqueza en vitaminas y lípidos (Allies y Barneby, 1996).

6.4.1 Descripción general de las leguminosas

La familia de las leguminosas esta compuesta por árboles o plantas herbáceas, a veces trepadoras, en ocasiones espinosas, glabros o con variados tipos de pubescencia; hojas alternas, comúnmente pecioladas y provistas de estipulas, lámina por lo general compuesta; pinnadas, bipinnadas, digitadas, trifoliadas, pocas veces unifoliadas, simples o ausentes; flores solitarias o dispuestas en racimos axilares o terminales, a veces agrupadas en fascículos, cabezuelas, umbelas o panículas, por lo general provistas de brácteas y/o bractéolas; flores hermafroditas, zigomórficas, el fruto es variable pero típicamente en forma de legumbre o vaina, seco, dehiscente mediante ambas suturas, otras veces indehiscente o fragmentándose transversalmente; semillas una a numerosas, de testa dura, endospermo por lo común ausente o escaso (Rzedowski y Calderón, 1997).

Entre las leguminosas se cuenta con especies de gran importancia económica: alimenticias, medicinales, forrajeras, empleadas a manera de abono verde, maderable, ornamental, a la vez que otras conocidas como tóxicas, espinosas o malezas invasoras (Rzedowski y Calderón, 1997).

El principal valor de las leguminosas arbóreas esta en su alto contenido de proteína, reciclado de nutrientes, incorporación de materia orgánica al suelo y su contribución a la biodiversidad (Clavero, 1996).

6.4.2 Importancia de las leguminosas arbóreas forrajeras

Las leguminosas presentan una excelente composición química, con un nivel de proteína hasta de 34% en muchas de ellas. La solubilidad, la degradabilidad de la proteína y el comportamiento digestivo que varía según el tipo de animal que lo consuma, las hace atractivas como fuente de alimento suplementario en áreas tropicales (Baumer, 1992; Febles *et al.*, 1995; Simón, 1997; Palma y Román 2003).

6.4.3 Utilización de las leguminosas por los rumiantes

La utilización de árboles de leguminosas son una alternativa tecnológica, la cual cumple con el objetivo de incrementar la producción y la productividad, así como el uso de los recursos nativos, con la finalidad de disminuir la dependencia de insumos externos al rancho y cubrir las necesidades de proteína, en la dieta animal (Laker, 1994)

Al respecto, existen una serie de estudios en distintos países de la región tropical, incluyendo Latinoamérica, sobre la utilización de los árboles y los arbustos para los sistemas ganaderos (Botero, 1988; Febles *et al.*, 1995; Murgueitio, 1994; Palma *et al.*, 1992; Ruiz *et al.*, 1997; Shelton, 1996), ellos plantean en términos globales, reconsiderar la relación de la ganadería bovina con el uso de la tierra, la deforestación, el empleo rural y la biodiversidad, para desarrollar alternativas que permitan la transformación de la ganadería actual en un sistema sostenible, menos incompatible con la diversidad biológica y más apropiada para lograr el bienestar humano.

En trabajos realizados en el estado de Colima se clasificaron algunos árboles de uso ganadero, quienes además señalaron, la parte forrajera que consume el ganado y otras funciones posibles. En este sentido, recientemente se determinaron por medio de encuestas, entrevistas y recorridos de campo la presencia de 112 especies arbóreas, 69 de las cuales tienen un uso alimenticio en los animales, 70

señaladas como cerco vivo, 75 empleadas como postes, con utilidad de sombra 62 especies, de menor incidencia se indicaron aquellas especies con uso medicinal y para obtención de enseres con 20 y 23 especies respectivamente, por último 44 fueron señaladas con fines diversos; como fuente de leña, de madera, melífera, artesanal, latas, horcones, fustes, café, puertas y bateas, con lo cual se destaca la riqueza autóctona que permite favorecer los sistemas pecuarios del trópico, al evitar la dependencia tecnológica y reconocer la diversidad de funciones de los mismos (Palma y Flores, 1997).

Por otro lado, se han establecido ciertos valores químicos-nutricionales de algunas especies arbóreas de interés para los sistemas silvopastoriles, resultados que indican la riqueza en proteína, energía y minerales de estos árboles para ser integrados en los sistemas ganaderos de Colima (Palma *et al.*, 1992).

6.4.4 Especies arbóreas leguminosas en la alimentación animal

Como fuente nutritiva, existen muchas experiencias que tratan sobre las bondades que poseen las leguminosas en la alimentación animal; especies que se vienen estudiando desde hace más de 45 años, con lo cual se ha comprobado que su suministro contribuye a aumentar la respuesta en la producción de leche y carne, así como también a mejorar la eficiencia reproductiva de los rebaños (Botero, 1988). Entre las características más resaltantes de las leguminosas como fuente alimenticia podemos señalar:

1. Son una fuente importante de proteínas de buena calidad, dado que poseen una amplia gama de aminoácidos esenciales que las hacen superiores a las gramíneas tropicales.
2. Presentan una concentración de nitrógeno en las hojas, superior al de las gramíneas.
3. Sus contenidos de proteína tienden a disminuir más lentamente que en las gramíneas, en lo referente con la edad de la planta.
4. Son plantas ricas en calcio.
5. Presentan bajos niveles de fibra, en comparación con las gramíneas tropicales (Clavero, 1996).

En Costa Rica los sistemas silvopastoriles se conciben como una combinación natural o una asociación deliberada de uno o varios componentes leñosos (arbustivos y/o arbóreos) dentro de una pradera de especies de gramíneas y/o de leguminosas herbáceas, nativas o cultivadas, la cuales se utilizan en rumiantes en pastoreo, entre estas especies *E. cyclocarpum* representa una opción la cual reúne las condiciones para aprovecharla en silvopasturas en la alimentación animal (Botero y Russo, 1999). Asimismo Hernández (1981), señaló que esta especie es utilizada como un recurso alimenticio para ganado bovino, ovino y caprino, como ramoneo directo, corte y acarreo y en la elaboración de harina del fruto, donde se calculó como parte aprovechable un 20% de ramillas y 100% de vaina.

6.5 Moráceas

Familia de plantas, principalmente de zonas tropicales. Comprenden alrededor de 60 géneros y más de 1500 especies, distribuidas en las regiones tropicales y subtropicales de ambos hemisferios. Sólo el género *Ficus* incluye aproximadamente unas 1000 especies (Aragón *et al.*, 1988).

6.5.1 Descripción general de las Moráceas

Las Moraceae incluyen grandes árboles, arbustos e incluso algunas hierbas y plantas que crecen como epífitas (Aragón *et al.*, 1988). Todas las especies tienen tubos laticíferos en el interior de sus órganos, con abundante látex blanco. Son dioicas o monoicas. Las hojas son por lo general alternas, simples, enteras, dentadas o lobuladas, glabras o pubescentes, coriáceas o papiráceas, pecioladas, con estípulas libres o soldadas, persistentes o caducas. Las flores presentan un perigonio con 4-5 tépalos soldados, a veces, ausentes. Las flores masculinas tienen estambres isostémonos, opuestos a los sépalos; anteras con dos tecas, con dehiscencia longitudinal; las femeninas, presentan ovario súpero, 1-2 carpelar, uniovulado, con el estilo bifido. Las inflorescencias son solitarias o agrupadas en espigas condensadas, espiciformes, glomeruliformes, o también flores agrupadas

sobre receptáculos carnosos muy desarrollados, discoides, crateriformes (cenantos) o urceolados, como los síconos (Ayala y Sandoval, 1995).

Respecto del uso de las Moraceae, algunas como las higueras, las moreras y el árbol del pan son plantas frutales; otras pertenecientes a *Ficus* y *Maclura*, son plantas forestales. Un número importante de especies se usan hace muchos años como plantas ornamentales, en todo el mundo (Ayala y Sandoval, 1995).

En esta familia se encuentran también las moreras, de las que, en muchos países asiáticos y también en Chile durante el siglo XIX, se usan las hojas para la alimentación del gusano de seda (Aragón *et al.*, 1988).

6.5.2 Especies arbóreas Moráceas en la alimentación animal.

El ganado consume de las especies de mayor tamaño principalmente sus hojas y frutos, los cuales caen durante la época seca y son utilizados como suplemento para los animales, en los sistemas de producción extensivos y semi-intensivos o de doble propósito (Flores *et al.*, 1998; Ibrahim, 2001).

Hay evidencias de especies de árboles como ramón (*B. alicastrum*), que acumulan tanto nitrógeno en sus hojas como las leguminosas, tiene altos niveles de fósforo, un gran volumen radicular, una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo, un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo, es muy ruda y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema (Wanjau *et al.*, 1998). Además, tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo (Hernández *et al.*, 1998).

6.6 Aspectos nutricionales de especies arbóreas

La restricción en la disponibilidad y calidad de forraje es el factor aislado que más limita la producción de los rumiantes. Este problema se acentúa en los trópicos donde la producción de las gramíneas, principalmente durante la época seca, resulta insuficiente para cubrir los requerimientos alimenticios de los animales (Clavero, 1998).

La utilización de especies arbóreas y arbustivas leguminosas como suplemento de dietas basales de pastos y residuos de cosecha es una actividad común en América Latina (Clavero, 1996).

Otras especies no leguminosas han reportado valores nutricionales similares y en muchos casos superiores a los de las leguminosas (Benavides, 1994; Gómez *et al.*, 1995). Sin embargo, existe poca información sobre la degradabilidad ruminal de estas especies, aspecto que se considera importante para formular estrategias de alimentación.

La combinación de especies leguminosas y no leguminosas, en la suplementación de rumiantes en el trópico, deberá continuarse evaluando en programas estratégicos de alimentación, tratando de aprovechar el potencial de las no leguminosas para proveer nutrientes a los microorganismos ruminales y de las leguminosas, principalmente las que presentan elevados niveles de taninos, como fuentes potenciales de nutrientes sobrepasantes (Araya *et al.*, 1994; Benavides, 1994; Ruiz *et al.*, 1997).

De acuerdo con Rosales (2005), los inventarios superan las 200 especies solo en América Central, lo que demuestra una alta diversidad de especies. Sin embargo, dicho autor es de la opinión de que aunque la lista es extensa, para la mayoría de ellas no se conoce una información cuantitativa de su contribución a la producción animal y que el valor real como alimento se conoce sólo para un limitado grupo de especies.

Esto refleja la falta de conocimiento del valor nutritivo de la mayoría de árboles y arbustos forrajeros y destaca la necesidad de evaluar estos materiales.

6.7 Factores antinutricionales de los árboles

Las plantas poseen más de 1200 clases de metabolitos secundarios, muchos de los cuales les sirven como medio de defensa. Estas barreras para los consumidores son de dos tipos: compuestos que inhiben la digestión, compuestos de efecto tóxico sobre el animal y precursores de compuestos antinutricionales. Por lo anterior, los fenoles son probablemente una defensa muy efectiva contra el ramoneo. El efecto permanece aún después de remover la mayor parte de sustancias solubles

en un extracto fenólico. El efecto de éste extracto se manifiesta rápidamente y dura 6 horas (Preston y Leng, 1989).

Muchos de los follajes arbóreos contienen sustancias químicas que afectan su gustosidad (hojas coriáceas, látex), utilización de nutrimentos con fracciones ingeribles (polifenoles) y contienen también niveles elevados de nitrógeno no proteico (Aguilar y Zolla, 1982; Granados *et al.*, 1989).

La gran mayoría de los forrajes arbóreos contienen taninos (polifenoles) que se encuentran recubriendo las moléculas proteínicas contenidas en el forraje y haciendo que esta proteína pueda ser utilizada sólo parcialmente por las bacterias existentes en el rumen o en el ciego de los herbívoros. Es posible que los taninos reduzcan la producción de amoníaco en el rumen, resultando en una mayor retención de nitrógeno por el animal (Preston y Leng, 1989).

La digestibilidad de los forrajes arbóreos, que es medida tanto en el laboratorio (*in vitro*) como en el rumen (*in situ*), solo permite conocer parcialmente su valor nutritivo para rumiantes, puesto que es de esperar que la digestión enzimática, que ocurre en el abomaso y en el intestino delgado, debe incrementar la utilización de los nutrimentos contenidos en estos forrajes (Barry y Duncan, 1989).

Sin embargo, existe gran variabilidad en el valor nutritivo entre los diferentes componentes del forraje arbóreo comestible (hojas, pecíolos, tallos tiernos, frutos y corteza). La variedad es determinada por las diferentes funciones fisiológicas y la edad de cada componente. Es de suponer que a medida que la planta madura hay acumulación de sustancias anticualitativas en las hojas, como los componentes metabólicos más activos de la planta (Granados *et al.*, 1989).

6.8 Utilización de los frutos de las especies arbóreas

Es de particular importancia para las regiones ganaderas ubicadas en zonas de bosque seco tropical la utilización de varias especies de leguminosas arbóreas dentro del cual se encuentra la parota (*E. cyclocarpum*), los cuales, adicionalmente a los servicios ambientales como sombra, control de vientos y aporte de nutrientes a las plantas asociadas, ofrecen hasta 70 toneladas de azúcar y 24 toneladas de proteína por árbol por año (Roncallo *et al.*, 1996).

El uso de los frutos maduros de estas leguminosas arbóreas para la suplementación de rumiantes, tanto en épocas de escasez como de abundancia de forrajes, ha sido tradicional en muchas zonas de las Américas (Roncallo *et al.*, 1996). Sin embargo, a pesar de su tradición de uso (Baquero *et al.*, 1999) y de disponer de información experimental de soporte (Roncallo *et al.*, 1996), la socialización de estas prácticas es muy reducida en las regiones donde su uso es tradicional por parte de varios productores.

La suplementación con frutos de leguminosas arbóreas, mejora la respuesta productiva de los bovinos en las dos fases de mayor importancia zootécnica: lactancia y crecimiento temprano (Roncallo *et al.*, 1996).

Resultados experimentales recientes (Navas *et al.*, 1999), sugieren que la respuesta productiva encontrada en los bovinos suplementados con frutos de leguminosas arbóreas está asociada principalmente con el aumento en el consumo voluntario de materia seca y energía digestible, mayor flujo de proteína microbial al duodeno y un mejor balance entre nutrientes gluco y cetogénicos. Ventajas de la suplementación con frutos de leguminosas arbóreas en bovinos alimentados con forrajes.

En los frutos se acumulan nutrimentos en forma de carbohidratos, minerales, proteínas (Roncallo *et al.*, 1996), así como compuestos secundarios (Granados *et al.*, 1989), metabolitos que permiten relacionar a las plantas con microorganismos para su polinización, competencia y principalmente para su defensa. Asimismo, esta concentración de nutrimentos se realiza con la finalidad de desarrollar procesos vitales como floración, fructificación y germinación de las semillas producidas (Rathcke y Lacey, 1985).

Los frutos de especies nativas pueden implicar una estrategia para ser incorporados en los sistemas silvopastoriles de corte y acarreo. Dentro de los agostaderos del trópico existe una gran diversidad de especies arbóreas, muchas de las cuales poseen excelentes características para ser utilizadas en la alimentación del ganado de esta zona, ya sea como forraje fibroso, alimento energético o como fuente de proteína, principalmente durante los periodos de estrés nutricional como en

la sequía, época en la cual los pastos y otros forrajes son escasos y de baja calidad nutricional (Restrepo y Jiménez, 1999).

6.9 Arbóreas utilizadas como harina en la alimentación de los rumiantes

En el trópico de nuestro país, como en el resto de América tropical se cuenta con una gran cantidad de especies forrajeras arbóreas, las cuales, se han destacado como un recurso alimenticio tradicional durante la época seca, siendo utilizado su follaje mayoritariamente bajo sistemas de pastoreo. Recientemente, dado su alto valor nutritivo, algunos autores han reconocido la posibilidad de incrementar los índices productivos de la ganadería tropical por medio de la incorporación de los frutos de los árboles forrajeros, como un sustituto parcial de los granos en raciones integrales para el ganado (Zamora *et al.*, 2001).

Al realizar un estudio con becerros de pre-destete donde se utilizó, harina de leguminosas con 0, 15 y 30% de inclusión, complementado con rastrojo de maíz y comparándolo con un alimento comercial, los resultados fueron favorables para la harina de las leguminosas al obtenerse ganancias diarias de peso de 479 a 485gr/día, contra 384 gr con el 0 de suplementación y 392 gr con el alimento comercial (Ortiz *et al.*, 1998)

Sustituyendo parte del alimento comercial por harina de *Giricidia sepium* en vacas lecheras, se obtuvieron aumentos de 11.16 kg/vaca a 12.14 kg/vaca, cuando se suplió de tres kg de alimento comercial por dos kg y un kg de *Gliricidia* en la dieta, se mejora el balance entre el amonio liberado y la energía disponible, permitiendo una utilización más eficiente por las bacterias del rumen, con lo cual se logra una mayor producción de leche (Clavero *et al.*, 1996)

De acuerdo a diversos estudios realizados sobre los costos totales en sistemas de producción animal, entre el 55 y 70% de éstos son atribuibles al inadecuado suministro de alimento, siendo una de las causas de la baja eficiencia productiva, por lo que se hace necesaria la introducción de raciones balanceadas tomando como base los productos regionales, en este sentido, una de las estrategias

que puede ser implementada en diversas unidades de producción es la siembra de especies arbustivas, como la leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), la cual puede ser utilizada como asociación con gramíneas o en forma de banco de proteína. Esta última modalidad puede ser usada como ramoneo o corte, bien para suministrarlo en forma fresca o en harina para la alimentación de animales (Romero *et al.*, 1993). Al respecto, las plantas arbóreas y arbustivas tienen un papel preponderante por su elevado valor nutritivo y naturaleza multipropósito. En este sentido existen muchas especies con buenas propiedades forrajeras, entre las cuales se destacan las leguminosas por excelencia (Simón y Cruz, 1998).

6.10 Digestibilidad de los forrajes

Todos los animales dependen de una buena alimentación para su crecimiento, mantenimiento y producción. Los rumiantes necesitan en su dieta, forraje de calidad para promover una buena eficiencia alimentaria, que se traduzca a su vez en alta producción de carne o leche. Mientras mayor sea la digestibilidad de la fibra presente en un forraje, mayor será su calidad (Church *et al.*, 2002). La digestibilidad de los forrajes arbóreos, que es medida tanto en el laboratorio (*in vitro*) como en el rumen (*in situ*), solo permite conocer parcialmente su valor nutritivo para rumiantes, puesto que es de esperar que la digestión enzimática, que ocurre en el abomaso y en el intestino delgado, deba incrementar la utilización de los nutrimentos contenidos en estos forrajes.

La digestibilidad de los forrajes esta correlacionada negativamente con la madurez de la planta, debido al contenido de las fracciones de fibra de la pared celular. A medida que la planta madura, su contenido de celulosa y lignina aumenta y la primera se torna más cristalina, lo que la hace más difícil de digerir (Cancel, 2002).

El tiempo de retención ruminal de la ingesta se relaciona principalmente con la tasa de digestión, la cual depende con la composición química del alimento consumido. Los componentes estructurales del forraje, formado por la pared celular y representada por la fracción fibra detergente neutra (FDN), son lentamente fermentables y como consecuencia, ocupan espacio en el retículo-rumen durante largo tiempo (Van Soest, 1979). Por lo tanto, la disminución de la digestibilidad, que resulta de un aumento de la madurez de la planta y contenido de carbohidratos

estructurales, afectará negativamente el consumo de la materia seca (MS) (Cancel, 2002).

Oba y Allen (1999), indicaron que el contenido de FDN en el forraje depende de la especie, la madurez y el ambiente donde crece la planta. Se acostumbra expresar el nivel de fibra deseable en la dieta de los bovinos en términos de la proporción de la FDN o de la fibra detergente ácida (FDA) en la MS. La digestibilidad ruminal de la FDN es un parámetro muy variable e importante para determinar la calidad del forraje. A mayor digestibilidad de la fibra, mayor será la utilización de los carbohidratos estructurales como fuente de energía necesaria para los microorganismos productores de ácidos grasos volátiles y para diferentes procesos metabólicos. Una alta digestibilidad de la FDN ingerida usualmente es indicativa de poco contenido de lignina. La sensación de llenura en el rumen causado por la FDN presente, es menor luego de ingerir leguminosas que en el caso de las gramíneas, cuando se consumen cantidades similares de forraje, debido a una mayor fragilidad de las partículas de la ingesta y menor tiempo de retención. Además, las gramíneas en general poseen una mayor proporción de pared celular que las leguminosas.

Existen diferentes métodos para evaluar la digestibilidad del forraje, incluyendo entre los más utilizados: *in vivo*, *in vitro*, *in situ*. El método *in vivo* es el más confiable para evaluar los alimentos, sin embargo, es el más costoso, más rebuscado y menos empírico que los otros mencionados (Onwuka, 1988). El método *in situ* es útil para la evaluación inicial del alimento, ya que puede proporcionar información acerca de la digestibilidad ruminal de la MS, la MO y otros componentes. Este método ha sido usado extensivamente para predecir la degradabilidad de la MS, la FDN y el nitrógeno (N) dietético en el rumen. La suspensión del alimento bajo estudio en dicho órgano, permite un contacto directo con el ambiente ruminal (Reed y Beylea, 1998). La fermentación *in vitro* de los forrajes mediante un inóculo de microorganismos ruminales presenta probablemente el mejor cálculo hecho en laboratorio sobre la digestibilidad *in vivo*. Sin embargo, los ensayos *in vitro* requieren una fuente uniforme y confiable de inóculo ruminal que a menudo es difícil de obtener (Onwuka, 1988).

La digestibilidad, es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición, comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino (Onwuka, 1988).

La digestibilidad, constituye un indicador de la calidad de la materia prima que a veces varía notablemente de una especie a otra; a priori se deberían esperar valores muy distintos en las especies carnívoras, herbívoras u omnívoras. La experiencia muestra sin embargo, que en los peces se observan a menudo valores muy similares en especies, incluso zoológicamente diferentes; por ejemplo, aunque el tiempo de tránsito del bolo digestivo sea mucho más breve en los animales pequeños que en los grandes, la digestibilidad es la misma en los dos casos. La temperatura acelera el tránsito sin afectar la utilización de las proteínas (Onwuka, 1988).

6.10.1 Digestibilidad *in vivo*

El problema de la determinación de digestibilidad *in vivo* es esencialmente el establecimiento de un balance apropiado entre los nutrientes que entran a partir de los alimentos y de los que salen a través de las heces. Hay dos métodos posibles: el método de recolección total, la cual consiste en la recolección cuantitativa de las heces emitidas que corresponden a uno o muchos alimentos y el método con indicador que ha sido desarrollado para obviar los problemas de la recolección cuantitativa, usando un marcador inerte indigerible; el marcador más frecuente usado es el óxido crómico (Garrett *et al.*, 1987), que es incorporado al alimento y luego analizado en él y en las heces.

Por su parte, Evans y Potter (1984), indicaron que la época del año, la edad del animal y la condición corporal son factores que hay que controlar o corregir matemáticamente para uniformar la estimación de la digestibilidad por el método *in vivo*, ya que afecta el consumo voluntario del animal (ovinos) y la digestibilidad del forraje. Una manera para minimizar los aludidos efectos sobre la digestibilidad *in vivo* es incluir un alimento control en cada periodo de alimentación. En adición, se debe

corregir matemáticamente o ajustar los resultados en relación a la dieta control para así tomar en cuenta la variación existente entre tiempos y grupos. La evaluación completa de la calidad de los forrajes, necesariamente tiene que incluir medidas de producción de carne o leche, bajo un sistema donde el consumo de forraje sea el factor variable.

6.10.2 Digestibilidad *in vitro*

El método *in vitro* pretende simular las condiciones del rumen y puede ser utilizado para estimar la digestibilidad del forraje *in vivo* (Garrett *et al.*, 1987). La ventaja de este método es que permite alterar el ambiente ruminal, para así estudiar las condiciones que afectan el crecimiento microbiano (Nocek, 1988). El método *in vitro* es usado comúnmente por su conveniencia o particularmente cuando se analiza un número alto de muestras. Muchos factores pueden influir en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) como lo son: la actividad y la fuente del inóculo utilizado, el método de filtración, la especie del animal donante del líquido ruminal y la dieta basal de éste (Cherney *et al.*, 1993). El inóculo obtenido varía con el tipo de alimento consumido por el animal donante. Cuando se alimenta un rumiante con dietas altas en forraje, la tasa de fermentación ruminal estará regulada principalmente por microorganismos que digieren fibra y otros que crecen en asociación con los fermentadores primarios de celulosa y hemicelulosa, mayormente de los géneros *Bacteroides*, *Ruminococcus* y *Butyrivivrio*. Mientras con dietas altas en proporción de granos, predominará el desarrollo de las bacterias amilolíticas y sacarolíticas (Garrett *et al.*, 1987).

Cherney *et al.*, (1993), compararon el efecto del método de filtrado (papel de filtrar vs crisoles), del residuo no digerido en ensayos de la digestibilidad *in vitro* de diferentes alimentos (maíz, algodón, avena, soya, alfalfa, ensilaje de maíz y gramíneas). El filtrado con papel, produjo mayores estimados de digestibilidad para todos los alimentos evaluados que el de los crisoles. Sin embargo, estas diferencias solo fueron significativas ($P < 0.05$) para la avena, soya y ensilaje de maíz, entre los alimentos estudiados. La falta de interacción entre los forrajes de prueba y el método de filtración en la digestibilidad de los alimentos demuestra que el método *in vitro* es

útil para la evaluación rutinaria de los forrajes. Robertson *et al.*, (1972), sugirieron que al determinar la digestibilidad *in vitro* verdadera, el papel de filtrar puede ser sustituido por los crisoles, ya que sus resultados no mostraron diferencia entre ambos métodos de filtración.

Uno de los aspectos evaluativos de mayor consideración en un forraje es, desde luego, su digestibilidad. Saldivar *et al.*, (1992), determinaron que la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) en *E. cyclocarpum* fluctúa entre 55 y 72% durante la época de crecimiento. (Reyes, 2000), encontraron que la digestibilidad *in vitro* del *B. alicastrum* varía de acuerdo a la proporción de hojas y tallos del árbol.

Algunos de los problemas mayores en los métodos *in vitro* que emplean fluido ruminal son el número limitado de muestras por incubación (corrida) y los errores relativamente grandes dentro de y entre incubaciones. Estos factores complican la labor de investigación, ya que por el elevado grado de error es necesario emplear una alta cantidad de repeticiones. Además, las posibles variaciones entre incubaciones hacen deseable el completar un experimento con una sola incubación, limitando el tamaño máximo de cada experimento (Orskov y McDonald, 1981). Sin embargo, la repetición de la incubación es necesaria, ya que con la variabilidad de las condiciones de los procesos de incubación se corre el riesgo de obtener resultados no repetibles.

Los factores que contribuyen a causar errores en los experimentos *in vitro* son diversos, lo apropiado de los sistemas de control de errores incluidos en el método puede probarse, midiendo los errores dentro de incubaciones y errores entre incubaciones, los cuales también reciben el nombre de error de muestreo y error experimental, respectivamente (Orskov y McDonald, 1981).

6.10.3 Digestibilidad *in situ*

El método *in situ* se asemeja al método *in vivo* en todo excepto la falta de masticación, la rumia y el paso del alimento a través del tracto posterior. El método *in situ* también tiene sus interrogantes en cuanto al tamaño del poro en las bolsas, el tamaño de la muestra por unidad de área superficial de la bolsa y el tamaño de las

partículas de la muestra referente a su efecto sobre la digestibilidad resultante. El tamaño de los poros debe ser adecuado para permitir el influjo del líquido ruminal hacia la bolsa, necesario para degradar el alimento prueba, pero al mismo tiempo debe limitar el exflujo de las partículas no degradadas de la muestra. Una porosidad entre 40 a 60 μm aparenta ser el mejor tamaño. La pérdida de muestra, ya sea debido a la solubilización de partículas o mecánicamente por el tamaño de los poros, contribuye a la sobreestimación de la digestibilidad. Por el contrario, ocurre una disminución del estimado de la MS cuando se usan bolsas con poros menores de 35 μm (Nocek, 1988).

Marinucci *et al.*, (1992), estudiaron los factores de porosidad de la bolsa Tetko (50 μm) y Dacron (<50 μm), tamaño de la muestra (1g, 2g, 3g) y el efecto de la dieta (heno de alfalfa y de maíz) del animal donante (bovinos y ovinos fistulados) utilizando los métodos *in vitro* e *in situ*. Se observó que la DIVMS fue mayor para las bolsas de Dacrón que para las de Tetko, no importando el tipo de dieta. Para el método *in situ*, la digestibilidad de la MS (en ambas dietas) fue mayor para los animales alimentados con heno de alfalfa. No importando la dieta basal del animal, el maíz no tuvo mayor digestibilidad de MS que la alfalfa.

Meyer y Mackie (1986), encontraron que la frecuencia de alimentación del animal donante y el tamaño de los poros en las bolsas utilizadas, son dos factores muy importantes a la hora de interpretar los resultados. Algunos investigadores indicaron que si el alimento prueba se mantiene en el rumen por tiempos extensos (>48 horas), la cantidad de residuo no digerido no está afectada significativamente por el tamaño del poro (Nocek, 1988). Weakley *et al.*, (1983), encontraron que la digestibilidad de la MS de la soya en bolsas de Dacrón dentro del rumen fue baja cuando el animal huésped fue alimentado con una dieta alta en granos.

Dado que en el método *in situ* las bolsas no son masticadas, ni pasan por el proceso de rumia, la única forma por la cual ocurre una reducción del tamaño de las partículas es mediante la fermentación microbiana. Por tal razón, es que aún sigue siendo material debatible si la muestra debe semejar al alimento que ya pasó por la masticación antes de llegar al rumen. La literatura no provee evidencia para

determinar el grado de influencia del tamaño de la partícula en la digestión de muestras, de diferentes tipos de alimentos (Nocek, 1988).

Reed y Beylea (1998), compararon los métodos *in vitro* e *in situ* utilizando maíz y sorgo en grano a diferentes tiempos de incubación (0, 6, 12 y 24 horas); para el sorgo no hubo diferencia en la solubilidad de la MS entre métodos a las 0 horas de incubación, pero sí para el maíz. Esta diferencia se puede deber a las características de los solventes, líquido ruminal (*in situ*) vs medio (*in vitro*). A las 24 horas de incubación no hubo diferencia significativa entre los métodos ni para el maíz ni para el sorgo. Esto demuestra que cualquiera de los dos métodos puede ser utilizado efectivamente para estimar el potencial de la degradabilidad de la MS de un alimento.

En lo referente a las pruebas de digestibilidad *in situ* e *in vitro*, el factor de mayor importancia es el potencial de variación entre animales donantes o huéspedes con un mismo estado fisiológico, la dieta y la variación asociada al tiempo de incubación. Dos técnicas utilizadas para ajustar o reducir la variación en la digestibilidad determinada con el método *in situ* son: 1) utilizar un alimento estándar y 2) seguir una secuencia fija al remover las bolsas del rumen, si es que la incubación se efectúa comparando diferentes tiempos.

Los animales de prueba en el método *in situ* deben ser alimentados con los mismos alimentos que son probados. Es preferible que la dieta basal contenga pequeñas cantidades de una variedad de ingredientes para así establecer una población microbiana diversa. Los tipos de bacterias presentes en el rumen constituyen un obstáculo inherente y una fuente de variación asociada con la estimación de la digestibilidad verdadera de los nutrientes en la dieta de prueba. Muchos investigadores han demostrado que la población microbiana, específica del rumen de acuerdo a lo que el animal ingiere, aumenta de forma curvilínea con el tiempo de incubación ruminal. Esto sugiere que las bacterias están continuamente adhiriéndose a las partículas de alimento hasta un momento en particular durante la exposición ruminal (Nocek, 1988).

Al elegir uno de estos métodos para estimar la digestibilidad de los forrajes (*in vitro* o *in situ*) se debe considerar la naturaleza específica de la investigación. Si hay

un mayor interés en describir la cinética de la digestión al ser afectada por la interacción animal y la dieta, se debe utilizar el método *in situ*. Por el contrario, si el interés es comparar las diferencias intrínsecas entre alimentos, se recomienda utilizar el método *in vitro* (Varel y Kreikemeier, 1995).

6.11 Concepto de alimentación en los ovinos

La explotación pecuaria intensiva requiere de altas inversiones en las que al alimento se refiere, este generalmente representa entre el 60 y 80% de los costos totales de producción (Bondi, 1988).

Los principios nutritivos son compuestos químicos contenidos en los alimentos, que resultan necesarios para el mantenimiento, la reproducción, producción y salud de los animales. Los más importantes son: agua, carbohidratos, grasas, proteínas, minerales y vitaminas (Bondi, 1988).

Las proteínas son necesarias en la alimentación animal por las numerosas funciones que desarrollan en el organismo animal.

Las consecuencias del consumo insuficiente de proteína son: reducción del apetito y del consumo de alimento, retraso del crecimiento, desarrollo muscular y disminución de la eficiencia reproductiva y productiva. En condiciones extremas se observan trastornos digestivos, anemia y edema (NRC, 1996).

Los carbohidratos. Sirven de fuente de energía, representan el 75% del peso seco de los vegetales y granos (NRC, 1996).

Las vitaminas. Son indispensables para un crecimiento normal, reproducción, producción y conservación de la salud (Bondi, 1988).

El agua. No deben confundirse con el consumo de agua a discreción, ésta se refiere a la cantidad de este elemento requerida para mantener constante el agua de los tejidos y el equilibrio hídrico animal, la cual, proviene de la que se bebe, de la que contiene los alimentos y del agua metabólica (NRC, 1996).

Los minerales. Son elementos inorgánicos que constituyen las cenizas cuando los tejidos animales o vegetales son completamente incinerados. En el tejido animal el 90% de las cenizas lo constituyen el calcio y el fósforo, que son los principales componentes estructurales del esqueleto (Fraser y Jhon, 1992).

Cuadro 2. Necesidades de nutrientes por día para ovinos de engorda (NRC, 1996)

Concepto	25 -30kg	30 – 35kg	35 – 40kg	40 – 45kg	45 – 50kh
MS %	4.30	4.00	4.00	3.80	3.66
EM Mcal	2.99	3.39	4.04	4.30	4.54
PT %	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
PD %	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
TND %	58.00	60.00	63.00	63.00	63.00
Consumo de alimento	1.40	1.60	1.80	1.90	2.00

Materia seca (MS), energía metabolizable megacalorias (EM Mcal), proteína total (PT), proteína digestible (PD), nutrientes digestibles totales (TND).

6.12 Clasificación taxonómica y distribución ecológica de las especies en estudio

6.12.1 *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb

Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Familia	<i>Leguminosae</i>
Subfamilia	<i>Mimosoideae</i>
Género	<i>Enterolobium</i>
Especie	<i>cyclocarpum</i>
Nombre común	Parota

6.12.1.1 Descripción botánica

Árbol hasta de 30 metros de altura y circunferencia de 50 a 60 cm de DAP pero pueden alcanzar hasta 150 cm de Dap, el tronco es recto a veces con pequeños contrafuertes en la base, con ramas ascendentes y copa hemisférica, generalmente más ancha que alta. La corteza externa, lisa a granulosa y algunas

ligeramente fisurada, gris clara a gris oscuro, con abundantes lenticelas alargadas, suberificadas y dispuestas en hileras longitudinales, la interna de color crema rosado, granulosa, con exudado pegajoso y dulzón que se coagula al contacto con el aire, el grosor total de la corteza es de 20 a 30 mm presenta ramas jóvenes de color verde a moreno grisáceo, glabras, con abundantes lenticelas protuberantes, longitudinales y suberificadas. Las hojas presentan yemas de 1 a 2 mm, agudas, cubiertas por estipulas, verde oscuras y pubescentes, 2 estípulas, de 2 a 3 mm de largo, filiformes, pubescentes, caedizos, dispuestas en espiral, bipinnadas, de 15 a 40 pares de folíolos primarios opuestos, cada folíolo compuesto por 15 a 35 pares de folíolos secundarios sésiles de 10x3 a 16x4 mm linear-lanceolados, asimétricos, con el margen entero, ápice agudo mucronato, base truncada o asimétrica; generalmente el último par de folíolos secundarios unguiculados; verde brillante y glabros en el haz y verde grisáceo y pubescentes en las hojas nuevas en el envés: glándulas presentes a la mitad del pecíolo y entre algunos pares de folíolos, raquis primario y secundario pubescente, los últimos acanalados en el haz.

Las flores están dispuestas en cabezuelas axilares de 1.5 a 2 cm de diámetro, sobre pedúnculos escasamente pubescentes de 1.5 a 3 cm de largo, las flores actinomorfas; cáliz verde, de 2.5 a 3 mm de largo, tubular con 5 a 6 dientes ovados muy pequeños, escasamente pubescentes en la superficie exterior, corola verde clara de 5 a 6 mm de largo, tubular, expandida en la parte superior en 5 lóbulos valvados, lanceolados, agudos, ciliados, estambres numerosos de 1 a 1.2 cm de largo, glabros, unidos en la mitad inferior en un tubo que iguala en largo a la corola; filamentos blancos y anteras verdes, el ovario superior, alargado, unilocular, multiovular, glabro, excediendo a los estambres y torcido en la parte superior, estigma simple. Los frutos son vainas de 7 a 12 cm de diámetro, aplanadas y enroscadas, leñosas, moreno oscuras brillantes, de olor y sabor dulce, conteniendo numerosas semillas ovoides y aplanadas de 2.3 x 1.5 cm, morenas brillantes con una línea pálida con la forma de contorno de la semilla, rodeada por una pulpa fibrosa y dulce (Pennington y Sarukhan, 1979).

Fenología: El *E. cyclocarpum* es una planta de larga vida y de fructificación tardía, ya que produce su semilla a partir de los 8 a los 10 años, la floración es de a

abril a mayo, siendo mayo y junio cuando las vainas llegan a su completa madurez y entonces se desprenden del árbol con gran facilidad, los árboles de esta especie pierden las hojas de febrero a abril, su reproducción se hace por medio de semillas, la cual tiene un alto poder germinativo.

Solórzano (1942), mencionó que el árbol de *E. cyclocarpum* produce por término medio alrededor de 225 kg de vainas anualmente.

En condiciones óptimas, esta especie crece excepcionalmente rápido y su diámetro se incrementa hasta 10 cm anualmente (Pennington y Sarukhan, 1979).

En una plantación experimental (Bertoni y Juárez, 1980), reportaron que el *E. cyclocarpum* tuvo incrementos anuales de 1.23 cm de diámetro y 0.76 metros de altura.

El *E. cyclocarpum* es un árbol, que sin competencia con otros árboles de su altura, desarrolla una copa dos veces más ancha que su talle (Rzedowski y Mc Vaugh, 1976).

6.12.1.2 Distribución geográfica

El *E. cyclocarpum* es una especie que se encuentra ampliamente distribuida en la República Mexicana por la vertiente del Golfo, desde el sur de Tamaulipas hasta la Península de Yucatán y en la costa del Pacífico, desde Sinaloa hasta Chiapas (Pennington y Sarukhan, 1979).

Es difícil relacionar esta especie a algún tipo de vegetación primaria pues se le encuentra en zonas de vegetación perturbada en selva alta perennifolia y mediana perennifolia y aparentemente en asociaciones primarias de selvas medianas subcaducifolias y caducifolias (Pennington y Sarukhan, 1979).

En el estado de Jalisco esta especie cohabita en el llamado bosque tropical subdeciduo (Rzedowski y Mc Vaugh, 1976), y es una especie característica de este tipo de vegetación el cual se desarrolla en la zona calido-húmeda de Jalisco, la especie *E. cyclocarpum*, se distribuye en los bosques de tipo subdeciduo, los cuales y de acuerdo con Puig (1976), no constituyen bloques de tipo monolítico, sino mas bien son de agrupamientos vegetales especialmente restringidos, pero ecológica y florísticamente mezclados. Así, los árboles de *Enterolobium* se encuentran

indistintamente distribuidos, ya sea formando arboladas o, como en la mayoría de los casos, creciendo aisladamente.

Cabe hacer notar, que algunos autores afirman que el *E. cyclocarpum* es una especie que ecológicamente corresponde a un tipo de vegetación de tipo secundario y /o de los lugares que han sufrido alguna perturbación.

En el bosque tropical subdeciduo podemos encontrar generalmente doseles uniformes en los estratos superiores del monte, aun cuando puede haber eminencias aisladas, entre la composición de la masa forestal (Rzedowski y Mc Vaugh, 1976). Los diámetros de los troncos en este tipo de vegetación, pocas veces sobrepasan 1 m y de ordinario oscilan entre los 30 y 80 cm siendo la excepción *Enterolobium* y algunas veces *Ficus* que a menudo desarrollan grosores hasta 2 o 3 m en la base y pueden ramificarse desde la parte baja y formar una extensísima copa.

Miranda (1942), señaló que *E. cyclocarpum* casi nunca es un árbol dominante por su número, pero que sus inmensas copas le hacen en muchas ocasiones dominante por su masa.

Las especies mas características del bosque tropical subdeciduo que se asocian con *Enterolobium cyclocarpum* en la región de la costa de Jalisco son: *Brosimum alicastrum*, que según Rzedowski y Mc Vaugh (1976), es la especie mas común en este tipo de vegetación, otras son: *Astronium graveolens*, *Bursera arborea*, *Celtis monoica*, *Hura polyandra*, *Bumelia cartilaginea* y *Ficus spp.*

Se ha dicho que *E. cyclocarpum* es una especie característica de los bosques tropicales subdeciduos, sin embargo, de acuerdo con Rzedowski y Mc Vaugh, (1976), esta especie también suele pertenecer al bosque tropical deciduo, ocupando entonces el estrato superior, sobre todo, en los lugares protegidos y cercanos a los cursos temporales de agua y generalmente acompañada por varias especies del genero *Ficus spp.*

Relaciones edáficas: El *E. cyclocarpum* tiene su mejor desarrollo en las vegas de los suelos mas bien profundos, por lo que muchas veces la vegetación ha sufrido una constante destrucción por la acción del hombre, pues ocupan u ocupaban la mayor parte de los terrenos profundos y fértiles para la agricultura tropical. Por esta razón, se entiende que hayan sido talados en grandes extensiones desde tiempos

muy antiguos y que se encuentran reducidos hoy a áreas aisladas. Sin embargo, y dada la gran facilidad de reproducción de *E. cyclocarpum*, lo agradable de su sombra y la ventaja de que sus frutos son consumidos por el ganado, muchos árboles son respetados y se han dispersado de tal forma que muchos terrenos de cultivo sobre todo de pastizal, tienen actualmente abundantes *E. cyclocarpum*, que dan una fisonomía muy característica al paisaje, especialmente en las grandes llanuras de la costa, por ejemplo en el Valle de Tomatlán.

Chavelas y Devall (1988), señalaron que en un experimento de plantación de *E. cyclocarpum* establecida en suelos más o menos profundos presentó fuertes incrementos en altura y diámetro.

En condiciones de insuficiencia de drenaje, los *Ficus* son prácticamente los dueños del terreno, pero en los lugares de fácil desagüe *Enterolobium* siempre es frecuente (Rzedowski y Mc Vaugh, 1976).

Puig (1976), indicó que *E. cyclocarpum* forma parte del grupo ecológico de "bordes de arroyo", en donde las condiciones de humedad en el suelo son las más importantes para su incorporación en bosques de "galería" *Enterolobium*, gusta de suelos profundos de los llamados Vertisoles, ricos en montmorillonita.

Relaciones climáticas: De todos los factores, es el clima el principal elemento que influye en la distribución de la vegetación. *E. cyclocarpum* no es la excepción y su distribución depende principalmente de este factor, así, se desarrolla en la región de la costa en donde predomina la vegetación de tipo tropical y en donde prevalece el clima cálido húmedo con lluvias en verano A(w) (Huerta, 1983).

Las semillas de *E. cyclocarpum* han sido consumidas tradicionalmente por el hombre desde épocas antiguas y en la actualidad en algunas regiones del país se siguen consumiendo, el valor alimenticio se debe a su riqueza en proteína, la pequeña cantidad de grasa es una ventaja, porque facilita mucho su digestión en los climas calientes, haciéndola por lo tanto un magnífico alimento para las vacas lecheras y animales en crecimiento (Solórzano, 1942). Existen diversas formas en las cuales se pueden aprovechar las semillas de esta especie para la alimentación, ya sea tostadas o hervidas, se consumen los frutos verdes, mediante la elaboración de sopas, así como complemento de otros alimentos.

Barrientos (2006), presentó un análisis de las semillas mostrando los siguientes resultados.

Cuadro 3. Análisis químico proximal reportado en porcentaje, de las semillas maduras de *E. cyclocarpum* obtenidas de 5 localidades de Jalisco.

Determinación	Tomatlan	Cruz de Guanacaxtle	Autlán	La Huerta	Tequila
Humedad	90.95	86.84	90.00	90.18	88.65
Cenizas	4.00	3.50	4.00	3.8	4.60
Proteína	23.46	20.93	30.34	22.11	19.56
Grasa	1.42	1.93	3.22	1.66	1.98
Fibra	14.19	14.55	20.38	8.52	8.14
Materia seca	9.05	13.16	10	9.82	11.35

Barrientos, (2006).

Cuadro 4. Comparación de la calidad entre diferentes partes del del fruto de *E. cyclocarpum* reportada en porcentaje, muestras tomadas de la microcuenca La Quebrada, municipio de Tomatlan, Jal.

Determinaciones	Fruto completo	Vaina sin semilla	Semilla
Humedad	6.50	2.30	3.90
Cenizas	4.33	5.52	4.25
Proteína	15.40	10.9	22.9
Grasa	0.31	1.07	1.29
Fibra	12.00	13.20	7.40
Materia seca	93.5	97.7	96.1

Fuente: Román *et al.*, (2004).

La composición de aminoácidos de la semilla o almendra de *E. cyclocarpum* es comparable a la de algunas harinas, como la de trigo y pescado. Espejel y Martínez (1979), reportaron que la harina de *E. cyclocarpum* se ha incorporado a la del pan de levadura, a la de las tortillas y totopos y a la de galletas, obteniéndose buenos resultados.

La parte del fruto más nutritiva es la almendra, como se ve en el siguiente análisis.

Cuadro 5. Análisis de aminoácidos (g/16g de N) de la semilla de *E. cyclocarpum*.

Aminoácidos	Tomatlan	C. Guanacastle	Autlan	La Huerta	Tequila
A. Aromáticos	4.25	4.82	4.79	5.3	4.05
L-Isoleucina	3.53	4.11	4.61	4.75	3.53
L-leucina	7.16	8.53	8.05	8.61	6.83
Lysina	7.13	8.02	7.02	7.66	5.90
Aminoácidos asufrados (Metionina+Cisteina)	1.75	1.77	1.85	2.20	4.18
Treonina	3.67	1.22	3.15	5.02	3.93
L-valina	3.93	4.24	4.72	4.94	3.82

Barrientos, (2006).

El uso de esta especie como sustituto del jabón en algunas áreas rurales, además de la elaboración de shampoo, lo que indican que puede contener compuestos como las saponinas, las cuales son sustancias complejas con propiedades físicas de los jabones y detergentes, causando irritaciones gástricas, provocan depresión, diarreas, vomito, dolor abdominal y parálisis general (González *et al.*, 1989). Dentro de los usos locales, destaca la utilización de la raspadura del tronco en la pesca, aletargando a los peces y su posterior consumo no causa daños físicos a quien los consume (Orozco, 2004 comunicación personal)

Valor rústico y ornamental. Los árboles de *E. cyclocarpum* son muy decorativos por sus enormes copas y elegante follaje (Miranda, 1942) y se utiliza para sombra en las zonas agrícolas y ganaderas sobre todo donde se tiene ganado vacuno.

Las vainas frescas de esta especie poseen un líquido viscoso que se recomienda para utilizarlo como un aglutinante de jabón (Martínez, 1972).

Martínez (1972), mencionó también que de la goma que exuda el tronco de este árbol se hacen algunos remedios caseros para aliviar la bronquitis y los resfriados.

Maderable: La madera de la *E. cyclocarpum* es empleada desde hace mucho tiempo en la construcción de vigas y tablas, en las áreas rurales en canoas y cayucos, carretas, ruedas y diversos artículos domésticos, así como en trabajos de carpintería y ebanistería, muebles y gabinetes, siendo muy útil también para chapas y decoración interior y en la manufactura de artesanías. Los lambrines de *E. cyclocarpum* han tenido una amplia aceptación y tienen mucha demanda por su gran belleza (Centro de Investigación de Quintana Roo. 1982; González, 1984; Allies y Barneby, 1996).

6.12.2 *Brosimum alicastrum* Sw.

Reino	Vegetal
División	Fanerógama
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Familia	Moraceae
Género	<i>Brosimum</i>
Especie	<i>Alicastrum</i>
Nombre común	Capomo

6.12.2.1 Descripción botánica

Árbol perennifolio o subperennifolio, de 20 a 30 m (hasta 45 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 50 a 90 cm y hasta 1.5 m de diámetro copa piramidal, densa o abierta e irregular, hojas alternas, simples, cortamente pecioladas; láminas de 4 a 18 cm de largo por 2 a 7.5 cm de ancho, ovado-lanceoladas a ovadas o elípticas, con el margen entero; verde brillante en el haz,

verde grisáceas en el envés. Tronco derecho, cilíndrico con contrafuertes grandes y bien formados, de 1.5 a 4 m de alto, redondeados a ligeramente tubulares, aplanados, ramas ascendentes y luego colgantes. La corteza externa lisa, es parda grisácea, con tonos amarillentos, lenticelas redondeadas o más largas que anchas. La corteza interna de color crema amarillento, fibrosa a granulosa, con abundante exudado lechoso, ligeramente dulce y pegajoso. Grosor total de: 7 a 12 mm. Las flores unisexuales, solitarias y axilares, las masculinas están reunidas en amentos globosos, compuestos de escamas peltadas, carecen de corola, las femeninas están en cabezuelas oblongas, ovales, con escamas más pequeñas, flor estaminada amarilla, flor pistilada verde. El fruto es una drupa de 2 a 3 cm de diámetro, globosas con pericarpio carnoso, verde amarillento a anaranjado o rojo en completa madurez, de sabor y olor dulces, cubierta en la superficie de numerosas escamas blancas conteniendo 2-3 semillas por fruto. Las semillas de 9 a 13 mm de largo por 16 a 20 mm de ancho, esféricas y aplanadas en ambos extremos, cubiertas de una testa papirácea de color moreno claro, con los cotiledones montados uno sobre el otro, verdes, gruesos y feculentos. La semilla fresca tiene de 45 a 55 % de humedad. El sistema radical es fuerte, algunas raíces son superficiales y el tronco por este motivo, está frecuentemente reforzado por contrafuertes. Es una especie monoica, cambia del estado femenino al masculino a partir de cierta etapa de su ciclo de vida (Monsreal, 1986).

Fenología. Los árboles por lo general son perennifolios, pero caducifolios en las partes más secas de su distribución, florece principalmente desde septiembre a febrero, pero se pueden encontrar flores fuera de esta época. En los Tuxtla, Veracruz, florece de enero a mayo; en la Península de Yucatán, de enero a junio, los frutos maduran desde febrero hasta junio, en la Península de Yucatán entre abril y septiembre, la polinización es anemófila (por viento). No existe evidencia de que algún agente biótico desempeñe la función de polinizador. Especie de lento crecimiento pero de muy larga vida, los individuos jóvenes cuyo diámetro va de 1 a 8 cm crecen en promedio menos de 0.1 cm/año; de 8.1 a 16 cm cerca de 0.3 cm/año y en los de 16.1 a 32 cm, aproximadamente 0.5 cm por año. Los árboles adultos (>32 cm de diámetro) crecen a velocidades mayores (1.3 cm/año) Standley, (1930).

La producción de hojas, frutos, madera y/o semillas. Requiere de un tiempo prolongado para alcanzar la talla reproductiva. Sólo individuos mayores de 20 m de altura producen flores o frutos. Algunos individuos adultos llegan a producir hasta 500 Kg de follaje al año. Se llegan a obtener de 20 a 30 toneladas de forraje/ha en tres cortes realizados en un año (cerca de 75 árboles/ha). Un árbol puede producir de 16 a 29 Kg de semilla seca (Pardo-Tejeda y Sánchez, 1980; Chavelas y Devall, 1988; López, 1993).

Regeneración: Se regenera rápidamente en sitios perturbados y en terrenos abandonados. En algunos sitios del bosque se pueden hallar hasta 300 plántulas por metro cuadrado, la semilla se puede secar y almacenar a temperatura ambiente y conservan su viabilidad por 3 meses (Standley, 1930).

Dispersión: *Ornitoquiropterócora* (aves, mamíferos). Entre los dispersores se han registrado a los murciélagos *Artibeus jamaicensis*, *A. phaeothis*, *Sturnira udoyice* y *Corollia perspiciliata*; al mono aullador *Alouatta palliata*, ardillas (*Sciurus yucatanensis*), mapaches (*Procion lotor*). En Quintana Roo se observaron las siguientes aves consumiendo y dispersando las semillas: chachalaca común (*Ortalis vetula*), faisán real (*Crax rubra*). Como dispersores secundarios están el ratón *Heteromys desmarestianus* (Monsreal, 1986).

La germinación es tipo hipogea, una vez que las semillas caen al suelo, las plántulas emergen en un período menor de un mes. La germinación se inicia a los 10 días y se completa 14 días después, obteniéndose un 75 % de germinación a los 16 días, el porcentaje de germinación: es de 84 a 88 % (en condiciones naturales). Número de semillas por kilogramo de: 300 a 350. Las semillas se recolectan directamente de los árboles, durante la estación en la cual maduran las semillas. El pericarpio del fruto se remueve y las semillas se secan al sol. Se requiere inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas como tratamiento germinativo, al sembrar en sustrato de arena. No presenta latencia (Standley, 1930).

6.12.2.2 Distribución geográfica

Por el Golfo se le encuentra desde Tamaulipas y San Luis Potosí hasta Yucatán y Quintana Roo; por el Pacífico desde Sinaloa a Chiapas. Además en la Cuenca del Balsas en Michoacán y Morelos. En una altitud: de 50 a 800 (1,000) m. Originaria de América tropical. Su extensión va desde el sur de México a través de Centroamérica hasta Colombia, Perú y Venezuela y en las Islas del Caribe hasta Cuba, Jamaica y Trinidad (Pennington y Surukhan, 1979; Pardo-Tejeda y Sánchez, 1980; Chavelas y Devall, 1988)

Estatus: Nativa y cultivada.

Hábitat: Prospera en sitios abarrancados, de naturaleza caliza, con tiempos cortos de insolación, en llanos o terrenos con declives escarpados, sobre laderas calizas muy inclinadas, aunque se desarrolla mejor en los llanos fértiles. Se encuentra en áreas con temperatura media anual de 18 a 27 °C, con precipitación anual de 600 mm (Tamaulipas), hasta 4,000 mm (Chiapas y Tabasco). Crece sobre suelos someros, pedregosos con mucha roca aflorante o profundos, con drenaje rápido o muy rápido (Pérez y Sarukhan, 1970; Martínez y González, 1977).

Suelos de color rojizo a gris oscuro y negro, con un pH de 6.8-8.2 clasificados como litosoles, suelos de tipo rendzinas, vertisoles, oxisoles y calizos (Rico-Grey *et al.*, 1985).

Importancia ecológica. La especie exhibe un patrón de comportamiento típico de especie tolerante a la sombra, constituye parte del dosel superior de la selva, presenta una abundancia reducida en la comunidad, pero su papel en la dinámica y estructura de la misma puede ser importante. Bajo los árboles masculinos se ha presentado una elevada diversidad de plántulas sin que domine alguna especie. Esto sugiere que *B. alicastrum* favorece la regeneración de otras especies, facilitando la coexistencia de especies de árboles del dosel. Bajo la cobertura de los árboles femeninos de *B. alicastrum* se ha encontrado una baja diversidad de plántulas, la mayoría (>80 %) de esta especie (Peters, 1983).

Zonas ecológicas: Árida y semiárida. Se le llega a encontrar en cañadas húmedas de zonas semiáridas, trópico subhúmedo, trópico húmedo.

Usos: Este árbol es una de las pocas especies tropicales del que se pueden utilizar todas sus partes. Por ser un árbol perennifolio, el follaje del *B. alicastrum*, constituye durante la época de sequía en muchas zonas del sureste de México la única pastura fresca y verde para el ganado y el fruto es muy apetecible para los porcinos y algunos animales salvajes como puercos salvajes, venados y tepezcuintles.

El látex y la semilla fresca han sido considerados como muy buenos galactógenos. En Yucatán se ha vendido un extracto del fruto del *B. alicastrum* y en Jalisco una preparación llamada capomolina, recomendadas como galactógenas. Se les han dado también usos farmacéuticos: La corteza en infusión, se usa como tónico (Rico-Gray *et al.*, 1985).

Es una especie de buen valor forrajero, se consume hoja, tallo joven, fruto, y semilla, es un alimento para ganado bovino, caprino, equino y porcino. Excelente forraje en época de sequía, presenta cualidades altamente forrajeras con un 16 % de proteína digestible en sus hojas y 18 % en sus frutos (materia seca) y 12.5 % en sus semillas. Los caballos y los asnos prefieren las hojas secas y el ganado vacuno las come en cualquier estado (López, 1993).

Román *et al.*, (2004), determinaron mediante el análisis bromatológico que la harina de hojas y fruto del *B. alicastrum* contenía los siguientes valores:

Cuadro 6. Análisis bromatológico de la harina de hojas y fruto de *B. alicastrum* muestras tomadas de la microcuenca La Quebrada, municipio de Tomatlan Jal.

Componente %	Hoja verde	Hoja seca	Fruto
Humedad	4.10	2.90	3.70
Ceniza	8.7	22.52	5.67
Proteína cruda	17.60	8.12	9.68
Grasa cruda	2.92	3.11	1.13
Fibra cruda	18.30	14.90	7.30
ELN	48.41	48.44	72.53
Materia seca	95.5	97.10	96.30

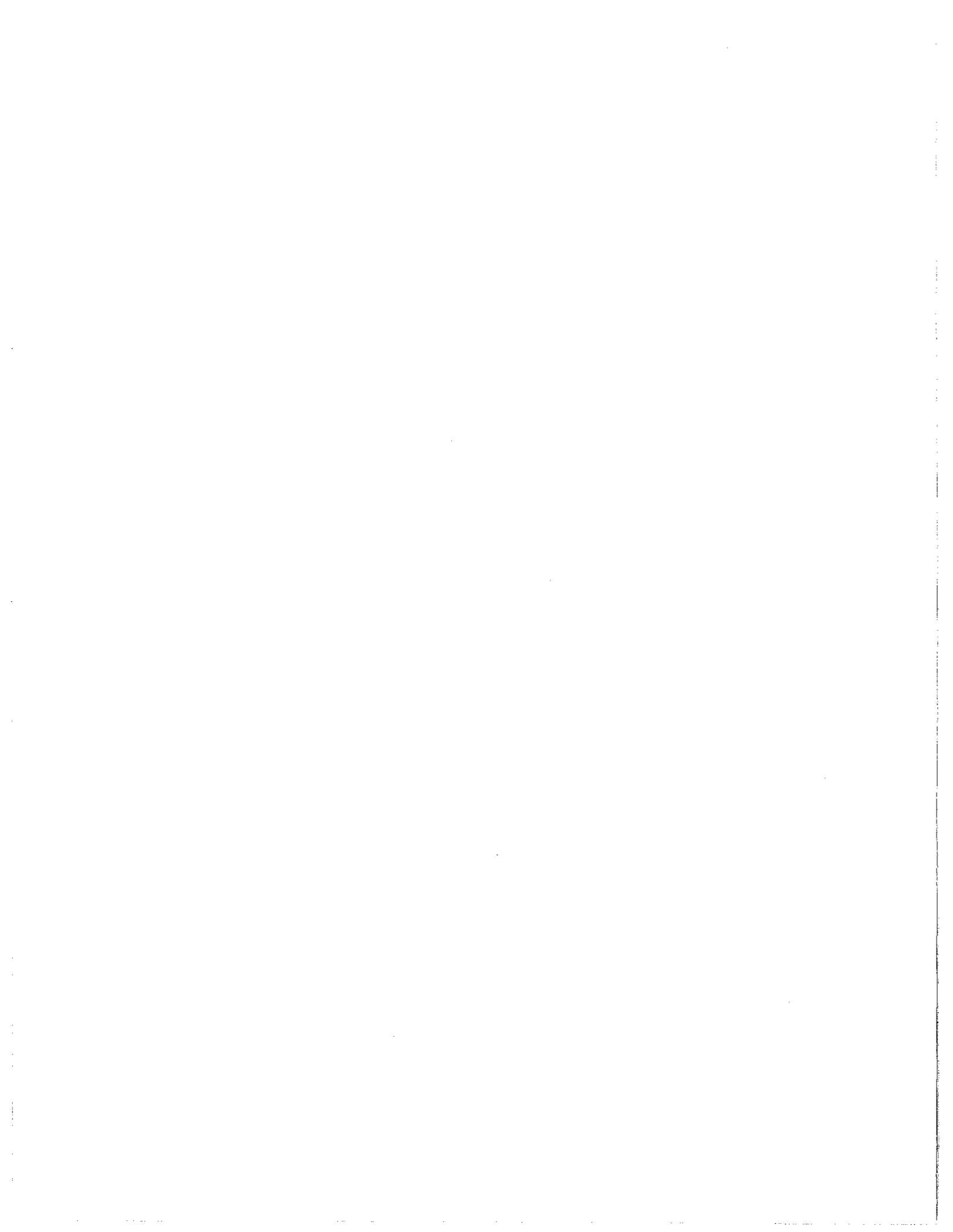
Fuente: Román *et al.* 2004.

Elementos libres de nitrógeno (ELN)

La pulpa de esta especie es utilizada en la elaboración de papel, aprobada para su posible utilización en zapatas para el sistema de frenos del metro, se emplea como sustituto barato de la "primavera", en la confección de muebles de color claro, gabinetes, cajas y embalajes, paneles, duela, parquet, chapa, pisos, columnas, durmientes, tableros de partículas, sillas de montar, vajijas, utensilios domésticos, escaleras. Se recomienda para lambrín, hormas para calzado, artículos deportivos, molduras, durmientes. No es apropiada para uso externo, es bastante fácil de trabajar pero debe trabajarse rápidamente ya que se mancha y se pudre. Es importante enfatizar la utilización de la variedad de usos de estas especies en estudio (Standley, 1930; Monsreal, 1986).

Comestible (fruta, semilla). La pulpa del fruto es comestible. Las semillas hervidas o tostadas tienen sabor parecido a las castañas y son muy nutritivas, se comen solas o con maíz, miel y plátanos. Tostadas y molidas se usan como sustitutas del café. Con las semillas se hace una harina negra usada para elaborar pan o una especie de tortilla y también se prepara un cocimiento que recomiendan para los convalecientes por su alto contenido proteico. La semilla contiene un aceite esencial, grasa, azúcares y una gran cantidad de triptófano, un aminoácido deficiente en las dietas a base de maíz (Pardo-Tejeda y Sánchez, 1980).

Medicinal [exudado (látex), hoja, corteza]. Látex, hojas (en infusión): antitusivo, asma, balsámico, diabetes, diaforético, emenagogo, tisis, tuberculosis, bronquitis. Corteza: (infusión) se usa como tónico, (Standley, 1930).



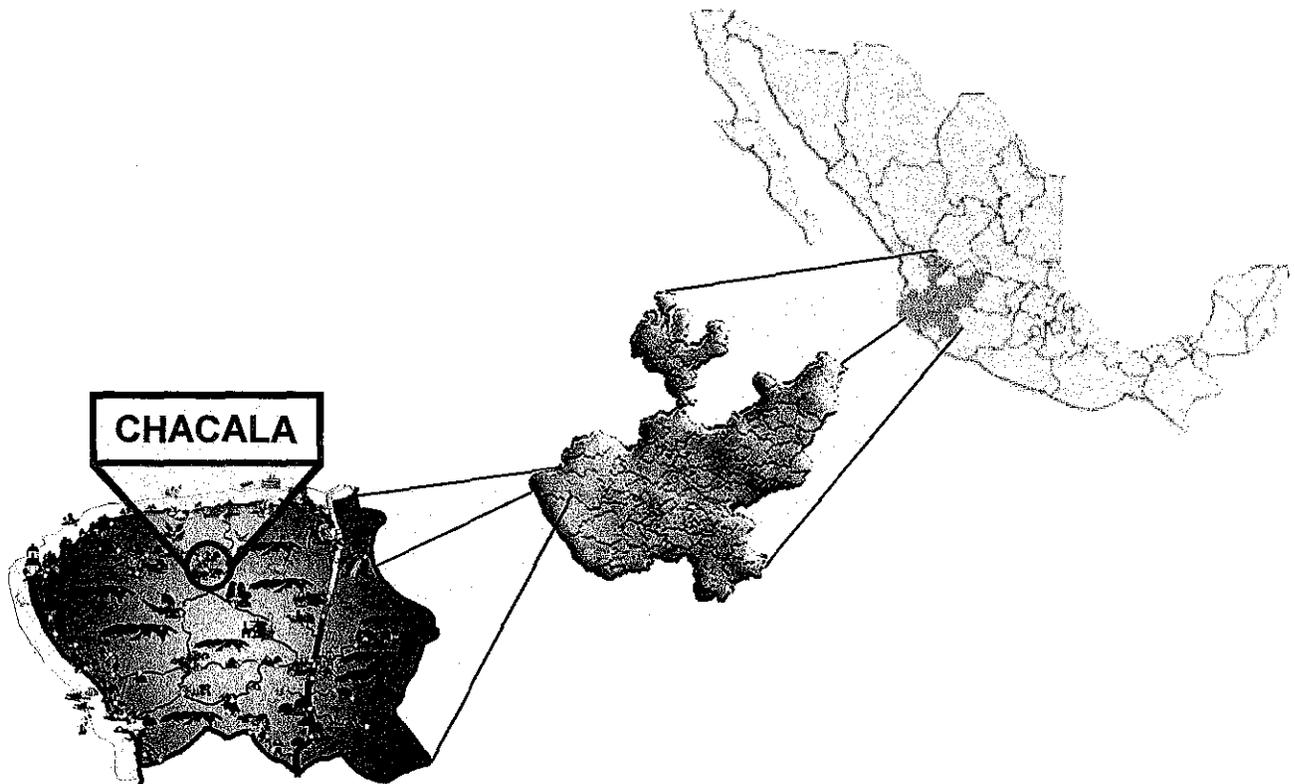
VII. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Cabo Corrientes en la localidad de Chacala, donde se encuentran ampliamente distribuidas las especies en estudio dentro de los tipos de vegetación de selva mediana subcaducifolia.

7.1 Características de la Comunidad Indígena de Chacala

La Comunidad se ubica a 31 km al Noroeste de la población de El Tuito cabecera municipal de Cabo Corrientes, Jal., en las coordenadas $20^{\circ}10'55''$, a los $20^{\circ}31'00''$ de latitud norte y de los $105^{\circ}10'00''$ a los $105^{\circ}41'25''$ de longitud oeste. El municipio limita al norte con el de Puerto Vallarta y el Océano Pacífico, al sur con el de Tomatlán, al oriente con el de Talpa de Allende y al poniente con el Océano Pacífico.

Figura 1. Localización del área de estudio



Fisiografía: La superficie total de la Comunidad esta caracterizada por un sistema de topografía de Gran Sierra Compleja. Las principales elevaciones son:

Cerro Tabernillas con 920 m.s.n.m; C. Pedregoso 880 m.s.n.m; C. Yelapa 840 m.s.n.m y C. Prieto 840 m.s.n.m.

Edafología: Los grupos de suelo más importantes son:

Re+I+Hh / 1	Re	Regosol eútrico
Re+I / 1	I	Litosol
Re+Hh / 1	Hh	Feozem hápico
I+Re / 1	HI	Feozem lúvico
Hh+Re / 1	Je	Fluvisol eútrico
Hh+HI / 1	Be	Cambisol eútrico
Je+Be / 1	1	Textura gruesa

Clima: Los climas presentes en la comunidad corresponden a los cálidos subhúmedos representados simbólicamente por: En su porción Este Aw_2 (w) Cálido subhúmedo con lluvias en verano y % de lluvia invernal menor de 5.

En su porción Oeste Aw_1 (w) Calido subhúmedo con lluvias en verano y % de lluvia invernal menor de 5 (García, 1973).

Vegetación: La vegetación está caracterizada por, bosque de encino (FBLQ) con una cobertura del 35% aproximadamente de la superficie total.

Selva Mediana Subcaducifolia FSm (sc) con el 20%.

Selva Baja Caducifolia FSb (c) con el 15%.

Palmar asociado con Selva Secundaria Mediana Subcaducifolia PalF(S) m (sc) con el 10% aproximadamente.

El resto de la superficie corresponde a Agricultura de temporal y Pastizales inducidos. (Aragón, 1995)

7.2 Aspectos biológicos

Se tomaron en cuenta las siguientes observaciones: altura del árbol, el diámetro a la altura de 1.30 m (Dap), época de floración, época de fructificación y producción de fruto/ árbol.

Se realizaron recorridos a la comunidad seleccionada donde se encuentran las especies en estudio, ubicando los árboles con base a frecuencia, según la metodología de Contreras *et al.*, (1980).

7.2.1 Comportamiento fenológico de las especies arbóreas en estudio

Se determinó la abundancia de las especies de interés para este trabajo, se eligieron los sitios de muestreo en donde se encontraron los árboles en estudio. Se seleccionaron y marcaron con número progresivo, en un transecto de 100 x 20 m contando el número de árboles presentes en el área del transecto, siendo un total de 10 transectos y de 39 árboles de *Enterolobium cyclocarpum* y 41 para *Brosimum alicastrum*, con una densidad aproximada de 40 árboles por hectárea, para posteriormente realizar las mediciones del Dap.

Las siguientes observaciones como la época de floración y la de fructificación se realizaron durante un año (febrero de 2005 a abril de 2006), con visitas periódicas cada 30 días.

7.2.2 Producción de fruto de los árboles en estudio

De los árboles seleccionados se recogió el fruto periódicamente con el apoyo de una persona que lo hacía en forma frecuente, en cuanto los frutos caían del árbol para evitar que fueran consumidos por los animales. No se utilizó el método para enmallar los árboles por ser muy costoso. El peso en kilogramos por árbol puede estar subestimado por la metodología utilizada, por que parte de los frutos son aprovechados por la fauna silvestre como aves, roedores y murciélagos para su alimentación.

En esta fase de estudios (aspectos biológicos) se reportan datos descriptivos de la época de floración y fructificación, para la producción de frutos se hizo una

regresión lineal con los datos de altura del árbol en relación con la producción de fruto.

7.3 Aspectos nutricionales de las especies en estudio

7.3.1 Análisis químico proximal

Los frutos fueron molidos en un molino de cuchillas Willey modelo 4, ya que las fracciones normalmente aprovechadas por el animal, si no son molidas, pasan por el tracto digestivo sin ser utilizadas.

La determinación de la composición química de los frutos se realizó en el laboratorio de nutrición animal, del Departamento de Producción Animal, de la División de Ciencias Veterinarias, para medir las fracciones químicas de los frutos por análisis bromatológico de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y extracto libre de nitrógeno (ELN)) usando el método de Wendee (AOAC, 1990).

7.3.2 Fracciones de fibra

Se determinaron las fracciones de fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), celulosa, hemicelulosa y lignina (técnica de Van Soest y Wine, 1967), con el equipo ANKOM.

7.3.3 Minerales

El calcio y fósforo fueron analizados por métodos colorimétricos, el potasio se analizó mediante la técnica del flamómetro (Van Soest, 1979), magnesio, azufre y cobre por el método de TMECC 04.06 / 4.13

7.3.4 Digestibilidad *in vivo*

Digestibilidad aparente "*in vivo*" de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN), según técnicas descritas por (AOAC. 1990; Robertson *et al.*, 1972).

El experimento se realizó en el rancho Grupo Arias en Querétaro, Querétaro. Estas instalaciones consisten de una estructura de 30 X 5 m, con piso de hormigón y

techo con láminas térmicas con ventilación (media pared) por los dos lados más largos y provistos de desagüe y extractores de aire en el techo.

Se utilizaron 27 ovinos machos de la raza pelibuey con un periodo de adaptación de ocho días y un peso promedio de 30 kg. Los animales fueron distribuidos en los tratamientos según un diseño de cuadro latino de 3x3 con tres repeticiones. Los tratamientos fueron; harina de los frutos de *E. cyclocarpum*, *B. alicastrum* y como testigo la harina del pasto *Cynodon dactylon*.

Cada ovino se alojó en una jaula metabólica individual donde se le proveyó agua fresca, un bloque de sales minerales y las dietas en estudio *ad libitum*.

Los frutos y el pasto evaluados fueron molidos en un molino Wiley a través de una criba de 2 mm de porosidad para facilitar el manejo y el consumo de los mismos. El alimento se ofreció una vez al día. El primer día del período, se comenzó ofreciendo 1.0 kg por animal el cual se fue aumentando 500 gramos diarios hasta que se llegó a 3 kg. Se recolectó una muestra diaria de cada alimento ofrecido, el cual se guardó para su posterior análisis químico y digestibilidad *in vitro* e *in situ*.

Durante 7 días, después del período de adaptación, fueron recolectadas las heces de cada ovino a intervalos de 24 hrs., se determinó el consumo diario de alimento, el ofrecido, menos el rechazado. Todas las muestras se secaron en un horno de aire forzado a 65°C por 24 h para determinar su composición química y su digestibilidad. Los ovinos fueron pesados el primer día y el último.

Los análisis realizados fueron: materia seca (MS), (desección en horno de convección a 65°C por 24 horas), proteína bruta (PB), por el método Kjeldahl (AOAC, 1995), cenizas (incineración a 600° por tres horas), fibra detergente neutra (FDN) (Goering y Van Soest; 1970; equipo ANKOM) y fibra detergente ácida (FDA) (Goering y Van Soest; 1970; equipo ANKOM). La DIVO de la MS y las demás fracciones se determinaron como sigue:

$$\frac{(\text{Peso de alimento consumido}) - (\text{Peso de heces excretadas}) \times 100}{\text{Peso de alimento consumido}}$$

Los parámetros directos a medir fueron:

Peso del alimento proporcionado diario a cada ovino

Peso diario del consumido menos el rechazo individual de alimento

Peso individual de heces frescas

Los parámetros indirectos a medir fueron:

Kg de alimento consumido de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda, proteína verdadera y fibra detergente neutro.

Kg de heces de materia seca, materia orgánica, proteína cruda, proteína verdadera y fibra detergente neutro.

7.3.5 Digestibilidad aparente *in vitro*

La digestibilidad aparente *in vitro* de MS, MO, PC, FDA y FDN, se determinó según técnicas descritas por Tilley y Terry (1963); el tiempo de fermentación fue de 48 horas. Se colocaron muestras de 0.5 g de cada una de las harinas bajo evaluación, en bolsas de poliéster libres de N y de cenizas y con una porosidad de 25µm. Las mismas se incubaron por 48 h a 32°C y con humedad relativa de 70% en una incubadora Daisy II de la marca ANKOM, en un medio conteniendo líquido ruminal filtrado 800 ml (40%) y saliva artificial (ANKON Technology), más urea 1,200 ml (60%).

Para la inoculación (digestibilidad aparente *in vitro*) se extrajo el líquido ruminal de un torete fistulado de 450 kg de peso, de la raza Holstein con una dieta de heno de *C. dactylon*, 2 kg de concentrado comercial con el 16% de proteína y 2 kg de harina de los frutos evaluados. El tiempo de adaptación de la dieta de los frutos en estudio fue de 8 días. Se utilizó una bomba manual con una manguera de 1.5 m de longitud a través de la fístula, removiendo el contenido de tal manera que el líquido ruminal sea más uniforme antes de utilizarlo. Se filtró a través de 3 capas de gasa. El líquido ruminal se aisló en un termo para mantenerlo a 39°C durante el transporte al laboratorio. Antes de mezclarlo con el medio, el líquido se filtró nuevamente. A los tubos de incubación, donde también se le agregó el CO₂ en un termo previamente calentado con agua a 40°C, la cual se tira en el momento de la extracción. El líquido ruminal se llevó inmediatamente al laboratorio, se filtró y se conservó en baño maría a una temperatura de 39°C similar, a la que se encuentra en el animal, adicionándole CO₂ para mantener las condiciones anaeróbicas. Posteriormente se preparó la

solución de McDougall, ajustando el pH a 6.9 con adición permanente de CO₂. Se tomaron muestras de 0.3 g se adicionan a cada tubo 17cc de solución buffer de McDoull y 17 cc de líquido ruminal y CO₂ durante 20 segundos para mantener las condiciones anaeróbicas. Se ponen a incubar en baño maría a una temperatura de 30°C con agitación longitudinal con respecto al tubo de incubación de 40 ml. Se pusieron las pruebas por triplicado de las tres harinas en evaluación dos muestras contenían solo líquido ruminal y saliva, llamados tubos blancos. Al término del tiempo de fermentación las muestras fueron centrifugadas a 2500 revoluciones/minuto durante 10 minutos, haciendo la operación dos veces, después de centrifugado los tubos se decantaron.

Terminada la incubación por 48 horas, las muestras se enjuagaron bien con agua fría hasta que el agua de lavado salió clara, Una vez terminado este proceso, se lavaron tres veces con agua caliente por espacio de un minuto y luego con acetona por tres minutos. Por último se secaron en un horno de aire forzado a 65°C por 24 horas, después fueron pesadas para determinar la digestibilidad *in vitro* (DIV) para MS, MO, PC, FDA y FDN. Luego de realizado el análisis químico correspondiente, se calculó la DIVMO y la digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro (DIVFDN) utilizando la siguiente ecuación:

$$100 - \frac{((\text{Peso de la bolsa} + \text{muestra residual}) - (\text{Peso de la bolsa} * k) * 100)}{\text{Peso de la muestra} * \% \text{ MS, MO, PC, FDA, FDN.}}$$

k: factor de corrección por la bolsa

Las variables a medir fueron los porcentajes de digestibilidad *in vitro* de DIVMO, DIVPC, DIVFDA, DIVFDN y DIVMS.

7.3.6 Digestibilidad *in situ*

Para determinar la digestibilidad *in situ* de la MS, MO, PC, FDA y FDN en el rumen, se colocaron muestras de 1.0 g de la harina de las dietas en estudio, en bolsas ANKOM® de poliéster libre de N, con un tamaño de poro de 50 µm (±15) y dimensiones de 5 X 10 cm. Las bolsas se sellaron con un sellador térmico. Las

muestras se incubaron por 48 horas dentro del rumen de un torete fistulado de 450 kg de peso promedio, de la raza Holstein, con una dieta de heno de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*), 2 kg de concentrado comercial con el 16% de proteína y 2 kg de harina de los frutos evaluados. Una vez transcurrido el tiempo de incubación, las muestras se secaron, para ser pesadas y después se lavaron con agua helada para provocar un choque térmico y detener la fermentación, posteriormente se enjuagaron en una lavadora con agua para remover los residuos del rumen. Finalmente se secaron en un horno de aire forzado a 65°C por 24 horas. Las muestras así preparadas se analizaron para determinar la FDN y la FDA residual y la digestibilidad *in situ* (DIS) de la FDN (DISFDN) (DISFDA) y la digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS). Se incineraron en una mufla a 600° C durante tres horas para determinar la MO residual y la digestibilidad *in situ* (DISMO) y DISPC.

La digestibilidad *in situ* FDN, MS y MO se calcularon utilizando la siguiente ecuación:

$$\frac{((\text{Peso de la bolsa} + \text{Peso muestra residual}) - \text{Peso de la bolsa}) * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

Todos los datos se analizaron conforme al diseño experimental de un cuadrado latino 3 x 3. Este diseño permite comparar los tratamientos entre si durante un mismo periodo. Se utilizó el procedimiento de PROCGLMS de SAS para comparar las diferencias estadísticas.

Las medias entre los tratamientos individuales se analizaron mediante una prueba de comparaciones múltiples LSMEANS (SAS Inst., 1990) el modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j y_k + \gamma_{l(i)} \epsilon_{ijk}$$

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i \phi$$

$$Y_j + y_k + \beta_{l(i)} + \tau x_4 + \epsilon_{ijklx} \text{ (modelo para determinar pesos promedios)}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable dependiente

μ = media general estimada

α_i = efecto de periodos (un nivel)

β_j = efecto de los cuadrados (tres niveles)

γ_k = efecto de los tratamientos

δ_l = efecto de los animales (un nivel)

τx_1 = coeficiente de regresión

x_l = covariable (peso inicial al comienzo del estudio)

ϵ_{ijk} = error experimental

Para comparar los métodos de digestibilidad se utilizó un análisis de regresión lineal simple. Los datos se analizaron utilizando el procedimiento GLM de (SAS, 1988).

7.3.7 Prueba de comportamiento.

Se llevó a cabo una prueba de comportamiento con ovinos pelibuey en la cual se evaluó el consumo de alimento, aumento de peso y conversión alimenticia, además de un análisis económico con porcentajes de 10 y 20 % de inclusión de harina de los frutos en estudio más las dietas testigo (0% de harina de frutos).

7.3.7.1 Tratamientos estudiados

El trabajo experimental consistió en evaluar tres tratamientos con los porcentajes de inclusión de 0, 10 y 20 % de harina de *E. cyclocarpum* y de *B. alicastrum* en dietas isocalóricas e isoprotéicas. $T_1 T_4 = 0\%$, $T_2 T_5 = 10\%$, $T_3 T_6 = 20\%$, para cada una de las harinas de los frutos arbóreos. Los ingredientes y análisis bromatológicos de ingredientes y mezclas se muestran en los cuadros del siete al nueve.

Cuadro 7. Porcentajes de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* e ingredientes utilizados en cada tratamiento, por dieta.

Ingredientes	Testigos	<i>E. cyclocarpum</i>		<i>B. alicastrum</i>	
		10 %	20 %	10%	20%
Rastrojo de maíz	27.00	54.50	27.00	54.00	27.00
Alfalfa	12.00	-	17.40	-	13.20
Trigo	22.00	-	4.80	-	4.80
Sorgo	20.00	17.00	15.00	15.00	15.00
Melaza	14.50	10.00	10.00	10.00	10.00
Harina de pescado	2.00	3.20	1.00	5.50	5.20
<i>E. cyclocarpum</i>	-	10.00	20.00	-	-
<i>B. alicastrum</i>	-	-	-	10.00	20.00
Roca fosfórica	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Carbonato de calcio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Vitaminas*	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Minerales*	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Sal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Urea	1.60	2.00	1.50	2.00	1.50
Totales	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Cuadro 8. Análisis bromatológico de los ingredientes incluidos en los tratamientos de la harina de frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*, reportado en %

%	Alfalfa	Trigo	Sorgo	H. pescado	<i>E. cyclocarpum</i>	<i>B. alicastrum</i>
Humedad	10.4	10.3	9.5	7.5	3.87	2.03
Cenizas	12.0	3.4	2.3	15.1	4.25	5.25
Proteína	21.1	11	10.7	64.1	22.9	10.88
Grasa	1.5	1.4	3.2	10.4	1.29	1.07
Fibra	16.5	3.0	2.8	0.0	7.24	13.18
ELN*	37.6	70.9	71.4	2.9	60.45	67.02
Materia seca	89.6	89.7	90.5	92.5	96.13	97.97
M. Orgánica	88.0	96.60	97.7	84.9	95.75	94.48

*Elementos libres de nitrógeno (ELN)

Cuadro 9. Análisis bromatológico de los tratamientos estudiados

Concepto	Testigos	<i>E. cyclocarpum</i>		<i>B. alicastrum</i>	
	0 %	10 %	20%	10%	20 %
Humedad	10.50	10.00	10.30	10.51	11.20
Cenizas	10.60	10.10	10.15	10.31	10.30
Proteína	15.90	15.40	15.43	15.46	15.43
Grasa	1.40	1.40	1.45	1.20	1.00
Fibra	10.60	10.10	15.18	10.29	10.30
ELN*	51.00	53.00	47.49	52.23	51.77
Materia seca	89.50	90.00	89.70	89.49	88.80
Materia orgánica	89.40	89.90	89.85	89.69	89.70

* Elementos libres de nitrógeno (ELN)

7.3.7.2 Materiales utilizados

En la presente investigación se utilizó una nave para ovinos con una dimensión de 10 m de ancho por 40 m de largo, con techo de lamina aislante, piso de cemento con las ventanas hacia el norte y hacia el sur, el enjarre es de cemento pintado de blanco.

En esta nave se lotificaron 24 corrales de dos metros de ancho x tres de largo, cada uno separado con tubos de fierro con un diámetro de tres pulgadas.

Para el suministro de agua y alimento se utilizaron comederos y bebederos de plástico.

Se dispuso de dos básculas de precisión, una con capacidad de 2.600 kg para pesar los minerales y la otra de 120 kg para pesar los ovinos y los ingredientes de los tratamientos, así como un molino de martillos con una criba de dos mm y una revolvedora horizontal para moler y mezclar los ingredientes de cada ración.

Se utilizaron un total de 72 ovinos de la raza Pelibuey con un peso promedio de 25 kg, vacunada y desparasitados interna y externamente.

7.3.7.3 Procedimiento experimental

Los frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* fueron secados al sol durante ocho días consecutivos y después molidos en un molino de martillo, la mezcla de los ingredientes se hizo en una revolvedora horizontal.

Un total de seis tratamientos con cuatro repeticiones (tres animales por repetición y 24 por tratamiento) fueron estudiados bajo un diseño experimental de bloques al azar, bloqueado por el peso de los animales en; ligeros (l) n= 12, con un peso promedio de 24 kg medianos (m) n= 12 peso promedio 25 kg y pesados (p) n= 12 peso promedio 26 kg. El peso promedio de los animales por tratamiento fue de 25kg.

Cada animal se aretó con un número progresivo, después fueron distribuidos en los diferentes tratamientos. Se desparasitó con ivermectina (Ivomec), y se vacunó contra las enfermedades más comunes en la zona (septicemia hemorrágica, carbón sintomático y edema maligno) aplicando Bacterina Triple y contra Antrax.

Después de distribuidos los animales, se les dió agua para evitar la deshidratación. Tuvieron un periodo de 8 días de adaptación para las nuevas dietas en estudio.

El experimento tuvo una duración de 72 días, durante el cual se registraron las siguientes mediciones:

a).- Ganancia peso. Los animales se pesaron al inicio del experimento y después a intervalos regulares cada 14 días, con un ayuno previo de 24 horas de alimento y agua. Las ganancias de peso catorcenal se obtuvieron por diferencia entre dos pesadas consecutivas.

b).- Consumo de alimento. El agua fue ofrecida *ad libitum*. El alimento se pesaba y se ofrecía el 50 % a las 9 de la mañana y 50 % a las 6 de la tarde; al día siguiente a las 8 de la mañana se recolectaban el alimento rechazado, se pesaba y por diferencia se sacó el consumo diario.

Los parámetros a medir fueron:

Peso diario de alimento proporcionado a los ovinos

Peso del alimento rechazado diariamente

Peso corporal de los ovinos catorcenalmente, después de una dieta de 24 horas

Análisis económico de las raciones

Los parametros indirectos fueron:

Kg de alimento consumido por día

Ganancia media diaria de peso

Conversión alimenticia

7.3.7.4 Diseño experimental

El experimento se desarrolló bajo un diseño de bloques al azar, bloqueado por el peso de los animales en; ligero (l), mediano (m) y pesado (p)

El modelo estadístico utilizado fue: $Y_{ij} = M + T_i + B_j + T_i B_j$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

M = Media ponderada

T_i = Efecto de tratamiento i-esimo

B_j = Efecto del bloque j-iesimo

$T_i B_j$ = Interacción entre tratamiento i-esimo y bloque j-iesim

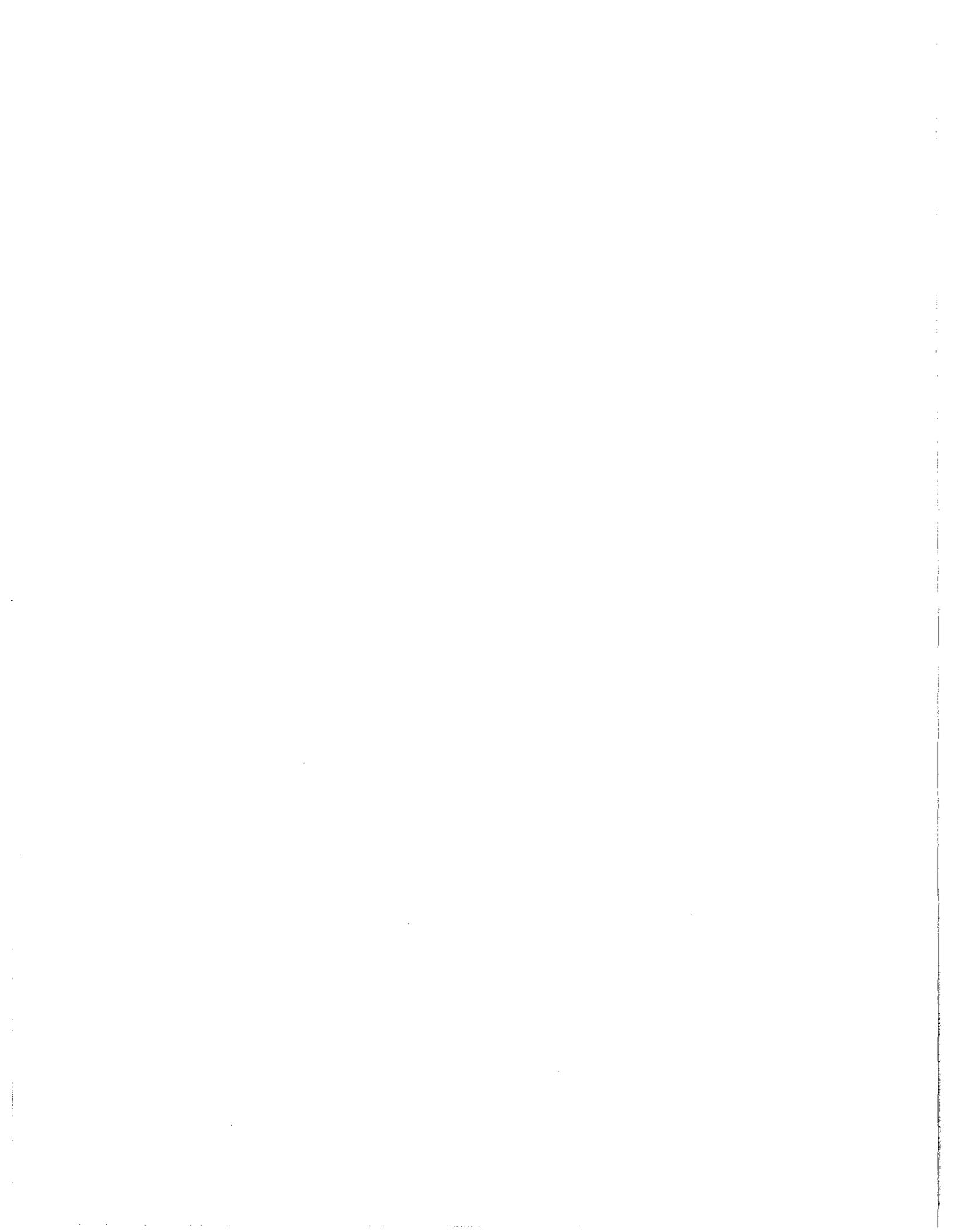
7.3.7.5 Variables bajo estudio

Ganancia de peso

Consumo de alimento

Conversión alimenticia

Los resultados fueron analizados mediante ANOVA. Utilizando los procedimientos del paquete estadístico STATISCA 6.0, se hizo la comparación de medias con la prueba de Tukey, ($P < 0.05$).



VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Aspectos biológicos

8.1.1 Comportamiento fenológico de las especies de *Enterolobium cyclocarpum* y *Brosimum alicastrum*.

El comportamiento fenológico de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* esta ligado a las condiciones edafoclimáticas que prevalecen en la comunidad indígena de Chacala. La floración se presentó de marzo a mayo para *E. cyclocarpum* y para *B. alicastrum* fue de octubre a marzo. En lo que corresponde a fructificación esta se presentó en los meses de abril a junio para *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* en los meses de febrero y marzo (cuadro 10). La floración de este tipo de especies coincide con la temporada de sequía y con el periodo de defoliación parcial (Walter, 1977). Mora (2003), señaló que el periodo de floración para *Enterolobium cyclocarpum* se presenta en el mes de abril previo al inicio de las lluvias y su duración es de aproximadamente cuatro semanas, durante esta etapa los árboles presentaron follaje completo, frutos en proceso de maduración del año anterior y flores que producirán los frutos para el siguiente año. En este trabajo la especie tuvo una floración y un fructificación más temprana, que pudo estar influido por el clima y el año de evaluación.

Por su parte Rondon *et al.*, (2000), observaron que a partir del mes de enero la curva de floración de *E. cyclocarpum* se hace creciente hasta alcanzar su máximo en los meses de marzo a mayo, para luego repuntar desde el mes de agosto hasta noviembre, cuando alcanza el maximo valor. La curva de frutificación tiene una curva similar, alcanzando el valor máximo en el mes de junio para luego, a partir de agosto, inicia su ascenso que culmina en el mes de diciembre. Siempre que las condiciones sean similares en todos los sitios de observación de estos árboles, el comportamiento fenológico será muy parecido al reportado en este trabajo.

El período de la producción de semilla de *B. alicastrum* varía considerablemente, entre mayo y octubre dependiendo del clima local (Ormeño, 2006). Los frutos de estas especies estan disponibles en los meses mas secos para aprovechamiento del ganado como lo mencionan varios autores (Walter, 1977;

Román *et al.*, 2004; Palma y Flores, 1997). El comportamiento fenológico reportado por los diferentes autores aquí citados es parecido a los encontrados en este trabajo las variaciones se pueden deber a la calidad de sitio, a las condiciones climáticas en la época de observación y el área específica donde se realizó el estudio.

Cuadro 10. Comportamiento fenológico del *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<i>E. cyclocarpum</i>													
Flor			✓	✓	✓								
Fruto				✓	✓	✓							
<i>B. alicastrum</i>													
Flor		✓	✓								✓	✓	✓
Fruto			✓	✓									

8.1.2 Características dasométricas y producción de fruto de las especies de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*.

En el cuadro 11 se observa la producción de los frutos así como la altura y el Dap, donde destaca el *E. cyclocarpum* con 696.58 kg/árbol de producción de fruto, por el contrario el *B. alicastrum* 444.95 kg/árbol en promedio con la producción más baja pero en cuanto a altura promedio la mayor es para *B. alicastrum* con 20.95 m/árbol y el más bajo para *E. cyclocarpum* con 17.34 m. Es importante destacar que son árboles de gran talla y multipropósitos.

Cuadro 11. Producción de fruto/árbol, altura y el Dap de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*.

Especie	<i>E. cyclocarpum</i>	<i>B. alicastrum</i>
Producción (kg/árbol)	696.58 ± 118.44	444.95 ± 97.87
Altura (m)	17.34 ± 0.90	20.95 ± 0.97
Dap (cm.)	167 ± 0.10	94.5 ± 0.07

Solórzano, (1942) mencionó que el árbol de *E. cyclocarpum* produce por término medio alrededor de 225 kg de vainas anualmente, esta producción es corroborada por Huerta (1983), sin embargo, Alvarez *et al.*, (2003), indican que el árbol de *E. cyclocarpum* tiene una producción de 725 kg de frutos y una altura de 25 m, por su parte Niembro (1990) describe a el *E. cyclocarpum* como un árbol de entre 20 a 30 m.

Por su parte Ayala y Sandoval (1995) señalaron que el *B. alicastrum* como un árbol de más de 18 metros de altura y una producción de semilla de 320 kg, por su parte Ormeño (2006) señaló que el *B. alicastrum* son árboles con una producción de 235 kg. Los resultados obtenidos en este trabajo son mayores a los reportados por algunos autores esto se puede deber que en el sitio de estudio tiene buena cantidad de humedad por una represa que hay, así como a la altura de los árboles.

El análisis de regresión lineal para las variables de producción de frutos para *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* presentó una tendencia positiva y significativa con una R^2 de 0.86 y 0.96, para ambos frutos respectivamente, lo cual nos indica que la altura del árbol es proporcional a la producción de frutos, que a mayor altura, mayor producción (figura 2 y 3).

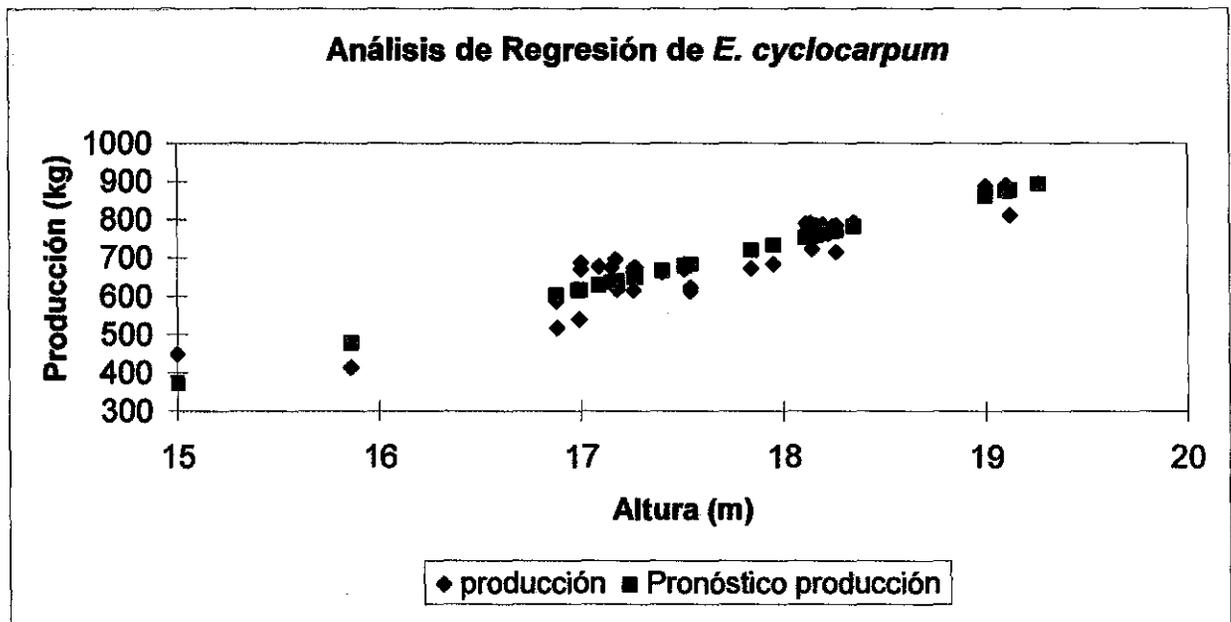


Figura 2. Curva de regresión ajustada de la producción de los frutos de *E. cyclocarpum*

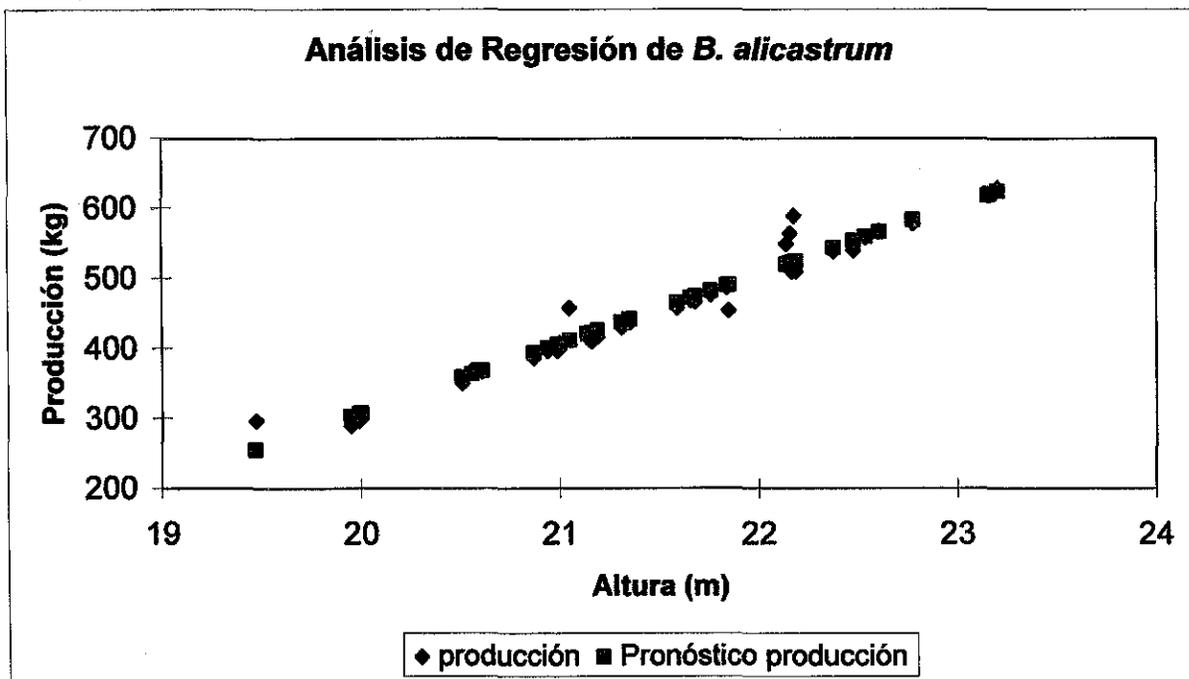


Figura 3. Curva de regresión ajustada de la producción de los frutos *B. alicastrum*

8.2 Aspectos nutricionales de las especies arbóreas en estudio

En cuanto al contenido de materia seca (MS) de cada una de las especies, se encontró, que el valor más alto fue para *B. alicastrum* seguido del *E. cyclocarpum* teniendo valores de 97.97 y 96.13% respectivamente (cuadro12).

El extracto libre de nitrógeno (ELN) está representado principalmente por los azúcares solubles, de muy fácil digestión. EL valor más alto fue para *B. alicastrum* (67.02%) comparado con el *E. cyclocarpum* (60.45%).

El ELN en estos frutos es de suma importancia para el balance de energía y proteína en el rumen, ya que representa una fuente de energía fácilmente fermentable, la cual es aprovechada rápidamente por la flora microbiana para todos los procesos de síntesis. Corroborando lo publicado por Bondi, 1988; Combellas, 1986, con el contenido de ELN de estos frutos estamos proporcionando a los rumiantes un fuente de energía para la flora microbiana, que esta a su vez

proporcionará al animal, mayor capacidad de digestión y aprovechamiento de los nutrientes.

Cuadro 12. Análisis químico proximal de la harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* reportados en porcentaje

Determinación	<i>E. cyclocarpum</i>	<i>B. alicastrum</i>
Humedad	3.87	2.03
Cenizas	4.25	5.52
Proteína	22.90	10.88
Grasa	1.29	1.07
Fibra	7.24	13.18
ELN	60.45	67.02
Materia seca	96.13	97.97
Materia orgánica	95.75	94.48

Elementos libres de nitrógeno (ELN)

En cuanto al contenido de proteína cruda (PC) de la harina de los frutos el valor más alto fue para el *E. cyclocarpum* y el más bajo para *B. alicastrum* (22.90) y (10.88%) respectivamente. El *B. alicastrum* resultó más bajo de lo esperado comparado con otras investigaciones entre ellos Sosa *et al.*, 2004 (13.81); Palma, 2006 (13.04%); por su parte, Ormeño (2006) señaló que la proteína varía del 12 al 20%; sin embargo Carranza *et al.*, 2003 y Román *et al.*, 2004, reportaron 8.65 y 9.68% valores más bajos a los encontrados en este trabajo. Para el *E. cyclocarpum*, (Carranza *et al.*, 2003; Cecconello *et al.*, 2003), reportaron 18.28 y 14.10%, teniendo una variación con los valores reportados por parte de Álvarez *et al.*, 2003, donde reportaron para PC 17.2%, por su parte Palma en el 2006 encontró el 15.49% valores mas bajos a los encontrados en este trabajo. Esta variación se puede deber a que las investigaciones de estos autores fueron realizados en diferente estados y diferentes épocas. Por su parte Barrientos (2006) reportó para la harina del fruto *E. cyclocarpum* valores de 27.92 % de proteína en el sitio de Tomatlán, de 19.44 en la Cruz de Huanacastle, 31.79 en Autlán, 22.85 en la Huerta, todos en el estado de

Jalisco. En general, en estas discrepancias pueden influir las condiciones edafológicas del sitio y diferentes periodos de estudio.

8.2.1 Fracciones de fibra de la harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*

Con relación a las fracciones de fibra para las diferentes harinas de los frutos en estudio se muestran en el cuadro 13.

Los contenidos de fibra total expresados como FDA y FDN para *E. cyclocarpum*, variaron entre 31.28 y 34.58% y para *B. alicastrum* 17.25, 19.37% concernientemente lo cual puede indicar que la disponibilidad de nutrientes en los frutos completos es variable, dependiendo del nivel de fibra presente.

Cuadro 13. Fracciones de fibra de la harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*

Determinación en %	<i>E. cyclocarpum</i>	<i>B. alicastrum</i>
FDN	34.58	19.37
FDA	31.28	17.25
Lignina	25.66	12.25
Celulosa	5.26	4.25
Hemicelulosa	3.30	2.87

Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA).

El promedio de FDN y FDA para *E. cyclocarpum*, son superiores a los reportados por Ceconello *et al.*, 2003 (27.53, 19.9%) y Sosa *et al.*, 2004 (41.20 y 24.83%). Estos valores son muy parecidos a los reportados por Febles, *et al.*, (1999), donde los estimaciones para los valores de FDN y FDA son (41.5, 29.8%), respectivamente, para lignina (lig) 58, celulosa (cel) 22.5 y hemicelulosa (hemi) 11.7%. Es posible que la diferencia encontrada con estos autores se deba a que estos frutos fueron evaluados en otro país por lo tanto, diferentes condiciones tanto climáticas como edafológicas.

Dentro de los trabajos realizados con frutos de *B. alicastrum* se encuentran los de Ku Vera *et al.*, 2004; de (37.5, 28.5%), Lizarraga *et al.*, 2001 (67.50, 47.10%)

y Sosa *et al.*, 2004 (61.5, y 43.48%) para FDN y FDA, respectivamente; por su parte, Delgado *et al.*, (2000), reportaron los siguientes valores; (FDN 55.8, FDA 35.8, lig 83, cel 25 y hemi 20%), todos estos valores fueron superiores a los encontrados en este trabajo, lo que sugiere que las variaciones pueden deberse a diferentes condiciones edafoclimáticas, dependiendo del sitio donde se tomó la muestra

8.2.2 Contenido de minerales de la harina de los frutos de las arbóreas en estudio

El contenido de minerales de la harina de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* se observan en el cuadro 14 donde el potasio se encuentra en mayor porcentaje en el fruto de *B. alicastrum* con 1.00 % con respecto a la harina de *E. cyclocarpum* (0.86%), sin embargo, nitrógeno (N) (3.66%), se encuentra en mayor cantidad en la harina de *E. cyclocarpum*.

Cuadro 14. Contenido de minerales de la harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*

Determinación	<i>E. cyclocarpum</i>	<i>B. alicastrum</i>
Nitrógeno %	3.66	1.74
Fósforo %	0.30	0.20
Potasio %	0.86	1.00
Calcio %	0.27	0.20
Magnesio %	0.78	0.76
Azufre %	0.22	0.24
Cobre ppm	5.56	5.52

Delgado *et al.*, (2000), señalaron que el *E. cyclocarpum* contiene el uno por ciento de fósforo y calcio. Sin embargo, Carranza *et al.*, (2003) y Sosa *et al.*, (2004) encontraron los valores de 0.9, 4.51%, 11.7, 19 ppm para estos mismos minerales. En un trabajo publicado por Ceconello *et al.*, (2003), reportaron valores de 2.26, 0.29, 0.36, 0.77, 0.23%, para nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio (Mg), azufre (S), respectivamente y cobre (Cu) con 5.55 ppm. Son valores muy similares a

los reportados en este trabajo, probablemente el estudio se realizó en un sitio similar al nuestro, pero en Venezuela. Por su parte Román *et al.*, (2004), publicaron los siguientes resultados 2.45% de N, 11.7 de P, 19% de K y 0.29 ppm de Calcio, asimismo Barrientos (2006), reportó para la harina del fruto completo de *E. cyclocarpum* valores de 2.21, 1.59, 0.81, 0.32, 0.19, 0.27, 0.052 y 0.034% de N, Ca, K, Mg, sodio (Na), P, Cu y fierro, respectivamente, los autores anteriormente citados trabajaron en la localidad de Tomatlán, Jalisco. A este respecto en nuestro estudio se destaca el valor del N (3.66%), superior a lo reportado por los otros autores.

Para *B. alicastrum* Carranza *et al.*, (2003), reportaron 0.14 y 2.67% de fósforo y calcio. Román *et al* (2004) encontraron 1.54% de N, 4, 20, 0.65 ppm de P, K y Ca respectivamente. Los valores reportados por estos autores son similares a los obtenidos en este trabajo, ya que ambos trabajaron en sitios similares de la Costa de Jalisco.

8.2.4 Digestibilidad *in vivo*

La digestibilidad *in vivo* (DIVO) de las harinas de *C. dactylon*, *E. cyclocarpum*, y *B. alicastrum* se presenta en el cuadro No. 15. En las harinas evaluadas la de mejor digestibilidad correspondió a *B. alicastrum* en (MS, MO, FDN y FDA) y para *E. cyclocarpum* fue (PC y ED)

Cuadro 15. Digestibilidad *in vivo* (DIV) MS, MO, FDN, FDA y PC en ovinos de las harinas de *C. dactylon*, *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*.

Componente	Harina %		
	<i>C. dactylon</i>	<i>E. cyclocarpum</i>	<i>B. alicastrum</i>
PC	33.86 ^c	64.62 ^a	59.36 ^b
MS	47.88 ^c	57.11 ^b	58.58 ^a
MO	54.74 ^c	58.62 ^b	60.92 ^a
FDN	45.97 ^b	45.80 ^b	51.38 ^a
FDA	43.72 ^c	51.45 ^b	52.53 ^a
ED (Mcal/kg)	1.93 ^c	2.25 ^a	2.13 ^b

a, b, c letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencia significativa (P<0.05) Proteína cruda (PC), materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergenteácida (FDA), energía digestible

Yerena *et al.*, (1978), reportaron la digestibilidad *in vivo* de la MS del *B. alicastrum* de 67.1%. Por su parte Ku Vera *et al.*, (2004), para la MS reportó el 45.1% estos estudios fueron realizados en Yucatán pero en diferentes años. Sin embargo, Figueras, (1949) encontró un valor de digestibilidad más bajo para la MS (55.4%) Estos valores son menores a los reportados en esta especie, pueden estar influenciados a que probablemente se realizaron en estados y años diferentes. Los resultados obtenidos para la digestibilidad *in vivo* de la materia seca (DIVOMS) de *E. cyclocarpum* (57.55%) son similares con lo reportado por Williams *et al.*, 1991, (58.4%); Lieb *et al.*, 1993, (56%) y Ortiz *et al.*, 1998, (67.47%) siendo este último superior a nuestros resultados y todos ellos utilizando materiales de diferentes regiones. Al evaluar la digestibilidad y el patrón de fermentación ruminal en borregos criollos, utilizando dos tratamientos con 15.55% y 31.11% de vainas de *E. cyclocarpum*, Álvarez *et al.*, (2003) reportaron una digestibilidad de 54.9 y 58.6% de MS respectivamente. En el presente estudio, la digestibilidad *in vivo* de la harina de frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* es bueno. Las variaciones se pueden deber raza, edad, peso y estado físico de los animales. El análisis de regresión lineal para las variables de la digestibilidad de la MS *in vivo* de las harinas de *E. cyclocarpum*, *B. alicastrum* y *C. dactylon*, correspondió una $R^2 = 0.9581$, 0.9023 y 0.8886 respectivamente, la cual la podemos observar en las figuras 4, 5 y 6.

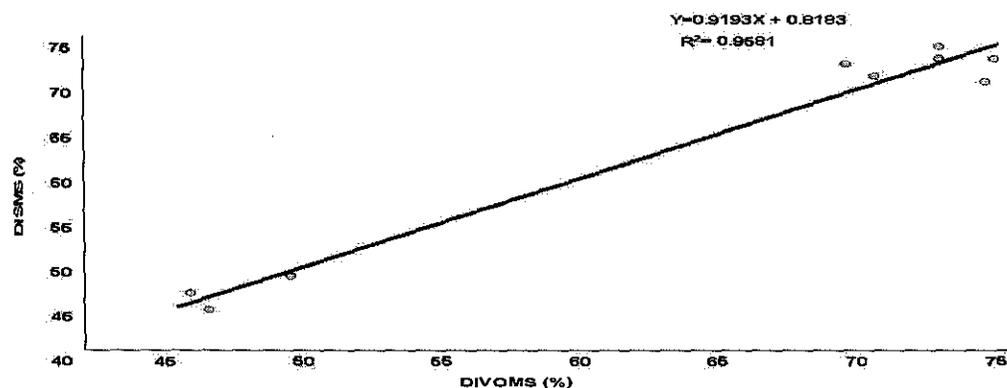


Figura 4. Relación entre los métodos *in vivo* e *in situ* para determinar la digestibilidad de la MS de la harina de *E. cyclocarpum*.

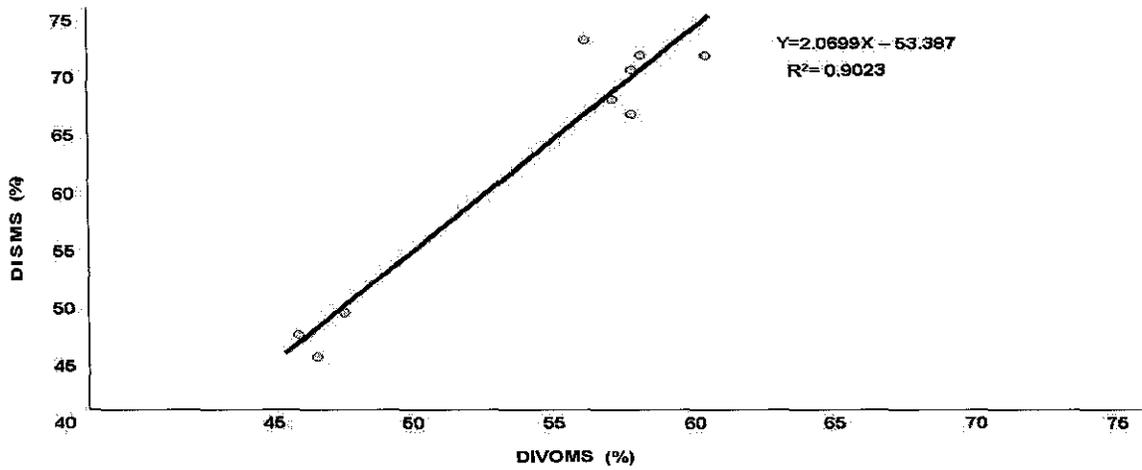


Figura 5. Relación entre los métodos *in vivo* e *in situ* para determinar la digestibilidad de la MS de la harina de *B. alicastrum*.

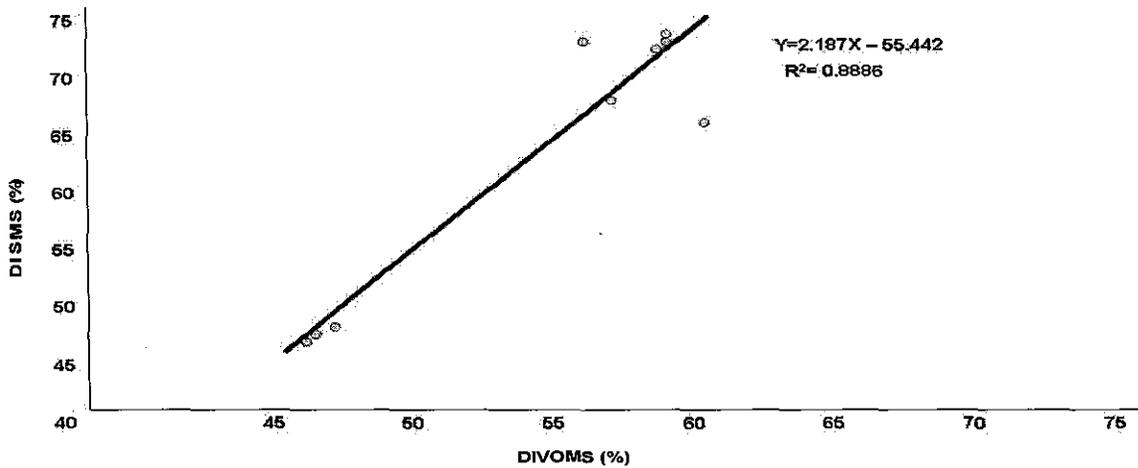


Figura 6. Relación entre los métodos *in vivo* e *in situ* para determinar la digestibilidad de la harina de *C. dactylon*.

El valor más alto para los resultados de la digestibilidad *in vitro* de la MS correspondió a la harina de los frutos de *E. cyclocarpum* (68.13%) y la más bajo para la harina de *C. dactylon* (cuadro 16). La técnica de digestibilidad *in vitro*, representa una alternativa rápida y económica para conocer el valor nutritivo de las especies de árboles y arbustos (Sotelo *et al.*, 1995) disponibles para los rumiantes en el trópico.

Cuadro 16. Digestibilidad *in vitro* de la MS, MO, FDN, FDA y PC en de las harinas de *C. dactylon*, *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* reportado en porcentaje.

Componente	Harina		
	<i>C.dactylom</i>	<i>E. cyclocarpum</i>	<i>B. alicastrum</i>
PC	59.64 ^a	60.20 ^a	59.28 ^a
MS	44.74 ^c	68.13 ^a	65.53 ^b
MO	44.06 ^c	65.21 ^a	60.96 ^b
FDN	30.01 ^c	43.61 ^a	40.81 ^b
FDA	50.90 ^a	50.28 ^a	50.30 ^a

a,b,c letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencia significativa (P<0.05)
Proteína cruda (PC), materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA)

Reyes en el 2000, señaló que la DIVMS para *E. cyclocarpum* fue de 40.1%, esta digestibilidad se llevó a cabo en el estado de Tabasco, con condiciones muy diferentes para Ibrahim (2001), en donde encontró el 68.8 y Ceconello *et al.*, (2003) 81.26% respectivamente. Para DIVPC Ibrahim (1999) encontró 21.7%. Sin embargo para *B. alicastrum* Reyes (2000) señaló que para DIVMS fue de 60.2%, Ibrahim (2001) encontró 59%, para DIVPC, (Ceconello *et al.*, 2003), encontraron 16.1%. Los resultados obtenidos por estos autores fueron muy parecidos a los encontrados en este trabajo excepto el de Ceconello en el 2003 que fue inferior en cuanto a PC. Estas variaciones se pueden deber a la influencia del procedimiento de extracción, a la contaminación microbial del alimento no digerido o al manejo del inóculo.

El análisis de regresión lineal para las variables de la digestibilidad de la MS *in vivo* de las harinas de *E. cyclocarpum*, *B. alicastrum* y *C. dactylon*, correspondió una $R^2 = 0.9437$, 0.7993 y 0.835 respectivamente, la cual la podemos observar en las figuras 7, 8 y 9.

una $R^2 = 0.9437$, 0.7993 y 0.835 respectivamente, la cual la podemos observar en las figuras 7, 8 y 9.

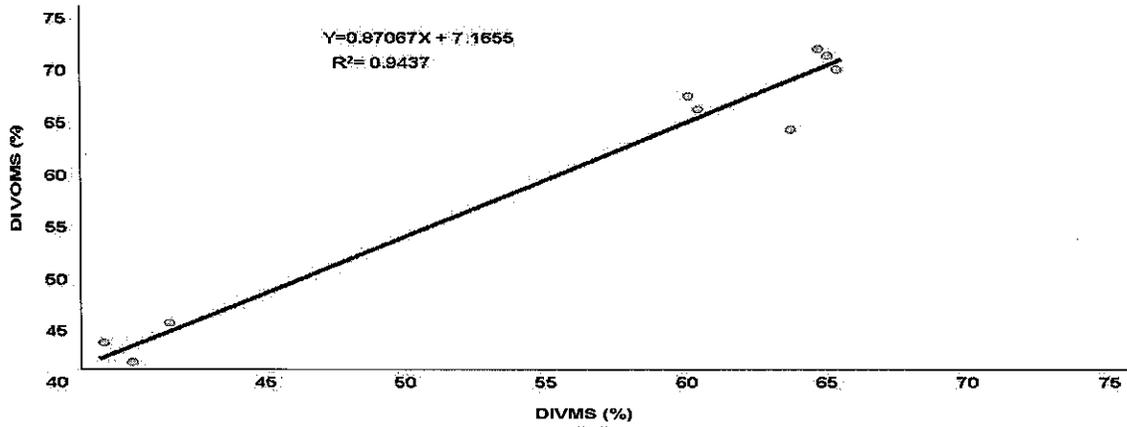


Figura 7. Relación entre los métodos *in vitro* e *in vivo* para determinar la digestibilidad de la MS de la harina de *E. cyclocarpum*.

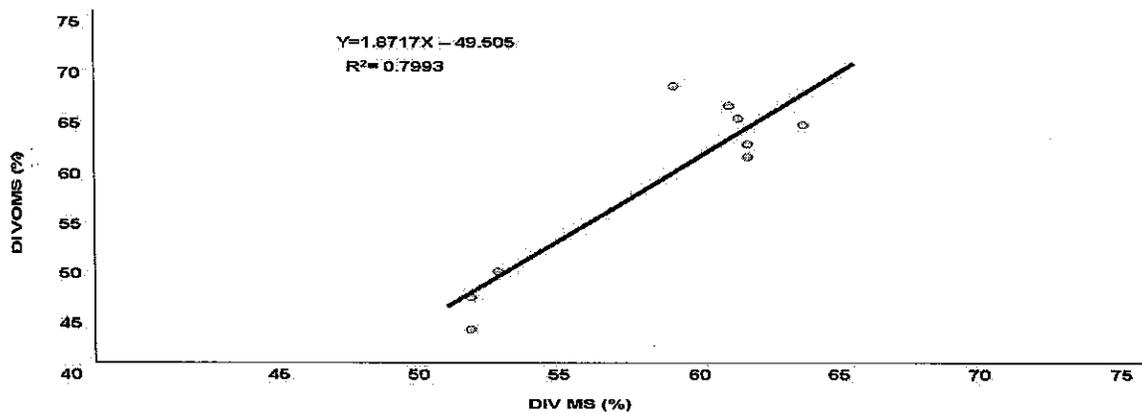


Figura 8. Relación entre los métodos *in vitro* e *in vivo* para determinar la digestibilidad de la MS de la harina de *B. alicastrum*.

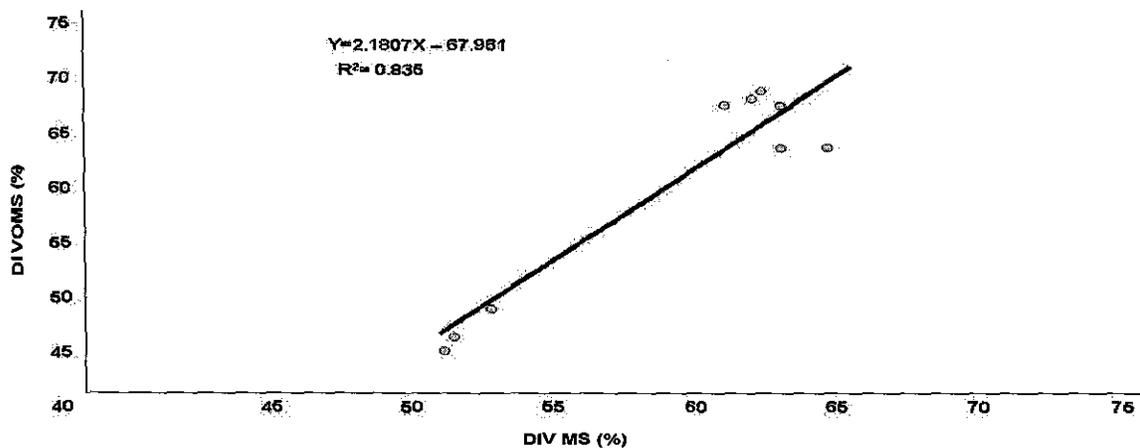


Figura 9. Relación entre los métodos *in vitro* e *in vivo* para determinar la digestibilidad de la MS de la harina de *C. dactylon*.

8.2.6 Digestibilidad *in situ*

La digestibilidad *in situ* (DIS) de la MS (DISMS), la más alta correspondió al 10% de inclusión de de *E. cyclocarpum* (73.07%) y la más baja fue para la harina testigo (*C. dactylon*, 48.12%). La diferencia entre *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* no fue significativa ($P>0.05$) (Cuadro 17).

Cuadro 17. Digestibilidad *in situ* de la MS, MO, FDN, FDA y PC en bovinos, de las harinas de *C. dactylon*, *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* reportado en porcentaje.

Componente	Harina		
	<i>C. dactylon</i>	<i>E. cyclocarpum</i>	<i>B. alicastrum</i>
PC	60.25 ^a	60.35 ^a	60.26 ^a
MS	48.12 ^c	73.07 ^a	70.19 ^b
MO	41.13 ^c	64.96 ^a	61.41 ^b
FDN	25.14 ^c	43.34 ^a	41.16 ^b
FDA	52.44 ^a	52.38 ^b	52.50 ^a

a,b,c letras diferentes dentro de la misma fila indican diferencia significativa ($P<0.05$) Proteína cruda (PC), materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA)

Delgado *et al.*, 2000, encontraron para el *B alicastrum* una DISMS de 42.5% y DISFDN de 29.08%, estos valores son inferiores a los reportados en este trabajo,

Delgado *et al.*, 2000, encontraron para el *B alicastrum* una DISMS de 42.5% y DISFDN de 29.08%, estos valores son inferiores a los reportados en este trabajo, esta variación se puede deber a el tamaño de la partícula, cantidad de la muestra y efecto de la dieta.

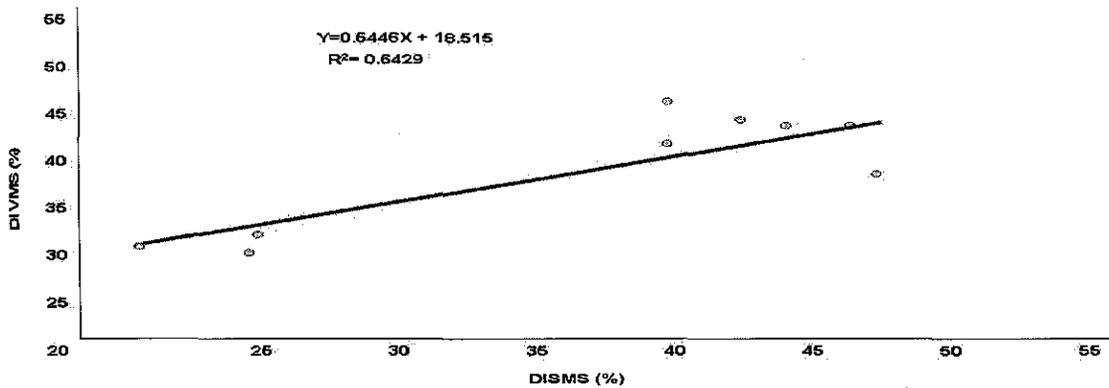


Figura 10. Relación entre los métodos *in vitro* e *in situ* para determinar la digestibilidad de la MS de la harina de *E. cyclocarpum*.

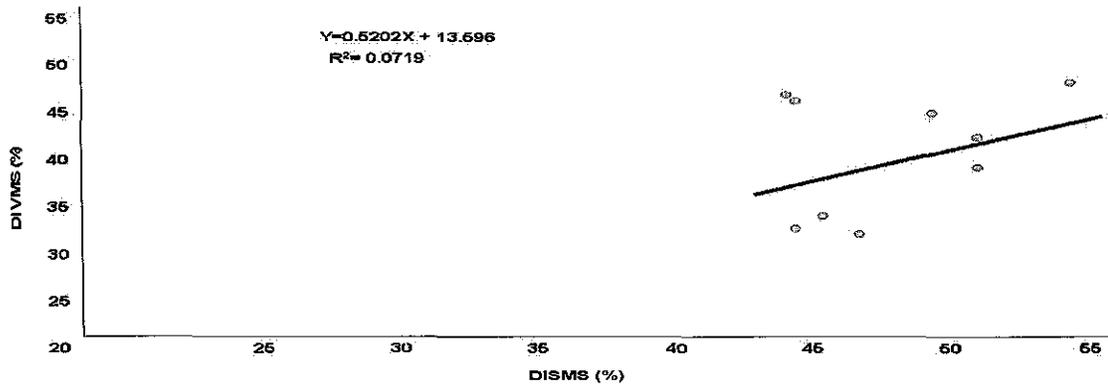


Figura 11. Relación entre los métodos *in vitro* e *in situ* para determinar la digestibilidad de la MS de la harina de *B. alicastrum*.

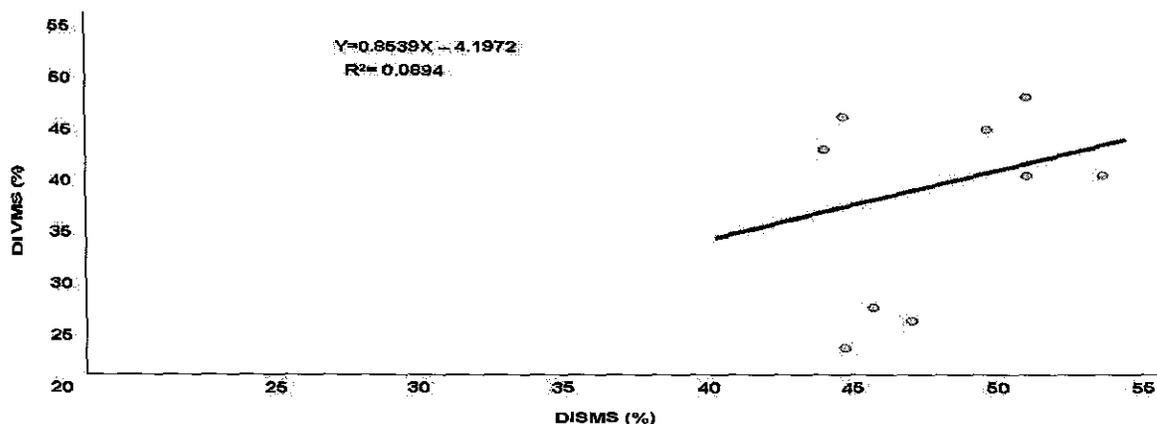


Figura 12. Relación entre los métodos *in vitro* e *in situ* para determinar la digestibilidad de la MS de la MS de la harina de *C. dactylon*.

Tanto la digestibilidad *in situ* (DIS) como la digestibilidad *in vitro* parece haber sobrestimado la digestibilidad de la MS relativo al método *in vivo*. Una posible explicación para esto, es que los métodos *in vitro* e *in situ* sólo se estima la digestión que ocurre en el rumen, sin embargo, en el método *in vivo* se obtiene una digestión del tracto completo.

Esta comparación de metodos nos permite seleccionar el mejor método de digestibilidad más adecuado a nuestras necesidades, tomando en cuenta el costo, tiempo y disponibilidad de animales.

En resumen, el análisis de regresión lineal, de la digestibilidad de la MS en el método *in vivo* no fue bien estimada por ninguno de los otros dos métodos (siendo el *in situ* el de mayor similitud). Estos resultados difieren a lo encontrado por Reyes, 2000, en el cual la digestibilidad de la MS del fruto de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* fue mucho mayor al determinarse por el método *in vitro* (65 y 60%, respectivamente). Cherney *et al.*, (1993) establecieron que el método *in vitro* es el que mejor se relaciona al *in vivo*, aunque señalaron que el método *in vitro* es más susceptible a variaciones debido a varios factores que exigen un buen control. Algunos de estos factores causantes de variación son la fuente del inóculo, la dieta basal, la especie

variaciones debido a varios factores que exigen un buen control. Algunos de estos factores causantes de variación son la fuente del inóculo, la dieta basal, la especie del animal donante y la hora de recolección del inóculo (lapso antes o después de la alimentación).

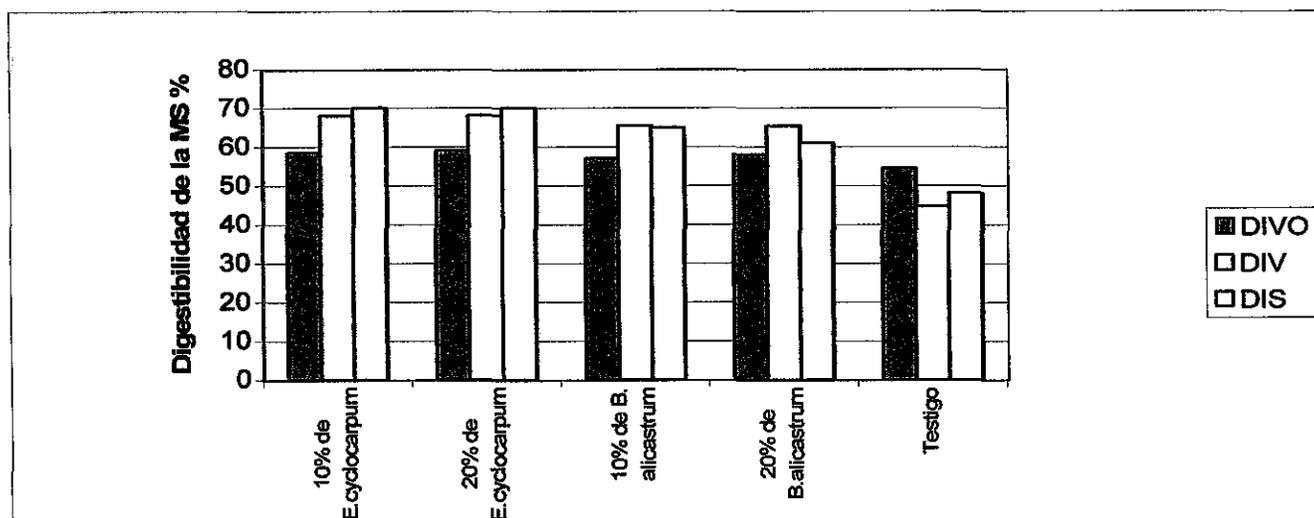


Figura 13. Digestibilidad de MS para la harina de *C. dactylon*, *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum*, estimada por los tres métodos

Los menores valores de digestibilidad hallados en los frutos en estudio, pueden ser producto de sus contenidos de fibra, lo que influye negativamente en la digestibilidad de los nutrientes, en especial la del N (Cherney *et al.*, 1993). A este respecto, Rodríguez y Figueroa (1995), al estudiar diferentes fuentes fibrosas de alimento, encontraron valores elevados de N asociado a la FDN. Por otra parte Kass *et al.*, (1992), sugirieron que entre el 32 y 56% del nitrógeno está asociado a la FDN. La proporción de nitrógeno asociado estructuralmente a la fracción insoluble de la fibra dietética ejerce una marcada influencia sobre la digestibilidad *in vitro* del N (Mastrapa *et al.*, 1996). Así es que Kass *et al.*, 1992, han señalado que estos bajos valores de digestibilidad pueden estar dados además por la presencia de compuestos antinutricionales asociados a la parte fibrosa de la planta, lo que ejerce un efecto negativo adicional sobre la digestibilidad de la proteína y su utilización (Murgueitio, 1994).

8.2.6 Prueba de comportamiento

8.2.6.1 Consumo de alimento

En el consumo de alimento diario para el tratamiento de las dietas testigo, la inclusión del 10 y el 20% de harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y de *B. alicastrum* no se encontró diferencia significativa ($P>0.05$), entre los tratamientos. Sin embargo el consumo más alto correspondió al 20% de inclusión de la harina de *E. cyclocarpum*. La inclusión de los diferentes niveles de harina de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* no modificó explicativamente el consumo de alimento con respecto a la ración testigo. Estos datos se pueden observar más objetivamente en el cuadro 18.

Cuadro 18. Consumo de alimento diario para los ovinos en los seis tratamientos

Tratamientos	<i>E. cyclocarpum</i> (g)	<i>B. alicastrum</i> (g)
Testigos	2.89 ^a	2.92 ^a
10% de inclusión	2.91 ^a	2.94 ^a
20% de inclusión	2.97 ^a	3.01 ^a

No hay diferencia significativa entre tratamientos ($P<0.05$)

Aún el no existir diferencias estadísticas en el consumo de las diferentes raciones en estudio, los resultados mostraron una tendencia positiva entre el consumo y el nivel de inclusión de harina de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* en la dieta. Esta tendencia difiere con los resultados obtenidos por González *et al.*, (1989), quienes encontraron un menor consumo de materia seca al comparar un nivel de inclusión de 31.1% en contra de 0 y 15.5% de *E. cyclocarpum*, esta diferencia se puede deber a los demás ingredientes de la dietas. Por otra parte González *et al.*, (1989) y Amaro *et al.*, (1993), señalaron que el máximo consumo voluntario de materia seca se encontró en los niveles de inclusión del 31 y el 48%, en tanto que Bonilla, (1999), indicó que el consumo voluntario aumentó conforme se incrementó la inclusión de la harina de *E. cyclocarpum* en la dieta de 40 a 61%. Los resultados anteriores mostraron una gran variación entre la relación que guardan el nivel de inclusión de la harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* y el consumo

anteriores mostraron una gran variación entre la relación que guardan el nivel de inclusión de la harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y *B. alicastrum* y el consumo de alimento de las diferentes raciones, este fenómeno pudiera estar explicado por los diferentes tiempos de secado del fruto y de almacenado de la harina, referidos por los distintos autores. En este estudio, el fruto fue secado al sol durante 10 días por espacio de ocho horas, el fruto fue molido y ofertado a los animales con un periodo de acopio de seis meses, mientras que Pérez y Zapata, (1993), utilizaron ocho días de exposición y un período corto de almacenaje, en tanto Alvarez *et al.*, (2003), utilizaron la harina de *E. cyclocarpum* después de un año de almacenaje. Este periodo de almacenaje pudo influir en algunas de las características organolépticas del alimento modificando su consumo, tanto en el *E. cyclocarpum* como el *B. alicastrum*.

8.2.6.2 Aumento de peso

En cuanto al aumento de peso diario para los diferentes tratamientos, el valor más alto correspondió al 10% de inclusión de *B. alicastrum* y el más bajo al 20% de inclusión de *E. cyclocarpum*. En el cuadro 19 estos valores, se pueden apreciar más objetivamente.

Cuadro 19. Aumento de peso diario de los ovinos en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	<i>E. cyclocarpum</i> (g)	<i>B. alicastrum</i> (g)
Testigos	242 ^a	230 ^a
10% de inclusión	220 ^a	238 ^a
20% de inclusión	167 ^b	198 ^b

Letras diferentes en líneas indican diferencia significativa (P<0.05)

Los resultados de González *et al.*, (1989), para ganancias de peso diario fueron de 96 a 102 g con niveles de inclusión de 15 y 30% de harina de *E. cyclocarpum*, en raciones basadas en 73 y 63% de rastrojo de maíz respectivamente. Por su parte Pérez *et al.*, (1991), encontraron 101 y 141 g de aumento de peso con

Bonilla, (1999), reportó que cuando se utilizaron niveles de 12 y 24% de inclusión de harina de *E. cyclocarpum*, en una dieta con un contenido de 40% de rastrojo de maíz y 14% de grano de sorgo obtuvo un aumento de peso de 127 g/día. Álvarez *et al.*, (2003), en un trabajo realizado con harina de *E. cyclocarpum* y gallinaza con inclusiones del 15 y el 30% obtuvo una ganancia de peso diaria de 86 y 74 g. Por otro lado Peralta *et al.*, (2004) reporta 168, 160, y 125 g de aumento de peso con niveles de inclusión de harina de *E. cyclocarpum* de 10, 20 y 30%.

Como podemos observar en este trabajo los aumentos de peso fueron superiores a los reportados por otros autores, mientras que las tablas de nutrición (NRC, 1996), recomienda que para animales confinados, de razas especializadas, y con un promedio de 20 a 25 kg de peso, para ganancia de peso de 250 y 300 g por día, valores muy similares a los obtenidos en este trabajo.

8.2.6.3 Conversión alimenticia

En la conversión alimenticia, se observan diferencias significativas ($P < 0.05$) para el tratamiento de la inclusión del 20% de harina de *E. cyclocarpum* y de *B. alicastrum* en relación con los demás tratamientos (cuadro 20), pero la mejor conversión alimenticia correspondió al 10% de inclusión de la harina de *B. alicastrum*

Cuadro 20. Conversión alimenticia para los ovinos en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	<i>E. cyclocarpum</i> (kg)	<i>B. alicastrum</i> (kg)
Testigos	6.36 : 1 ^a	6.51 : 1 ^a
10% de inclusión	6.78 : 1 ^a	6.13 : 1 ^a
20% de inclusión	7.05 : 1 ^b	7.81 : 1 ^b

Letras diferentes en columnas indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

La conversión alimenticia de los animales en todos los tratamientos con inclusión de harina de fruto de *E. cyclocarpum*, fue mejor a la encontrada por Bonilla (1999), quien al utilizar una inclusión de 48% en la ración obtuvo una conversión alimenticia de 8:1. Por otro lado Álvarez *et al.*, (2003) utilizando 30% de harina de *E. cyclocarpum* y hasta un 20% de rastrojo de maíz en la dieta obtuvo una conversión de 7.47:1. Estos resultados pueden estar influidos por los contenidos de la dieta

cyclocarpum y hasta un 20% de rastrojo de maíz en la dieta obtuvo una conversión de 7.47:1. Estos resultados pueden estar influidos por los contenidos de la dieta utilizada. Por su parte Peralta *et al.*, (2004), en un trabajo realizado con ovinos estabulados y utilizando la inclusión de 10, 20 y 30% de *E. cyclocarpum*, encontró que la conversión alimenticia fue estadísticamente similar para todos los tratamientos (4.7:1, 3.9:1 y 4.7:1), superior al encontrado en esta investigación. Finalmente Pérez *et al.*, 1991, mencionaron que con la inclusión de 20% de harina de frutos de *E. cyclocarpum*, se consiguió la mayor conversión alimenticia (6.98) y el menor costo de producción por concepto de alimentación (\$2.20), resultando similar al encontrado en este trabajo.

8.2.6.4 El costo estimado de alimento por kilogramo de carne producida

El costo estimado de alimento por kilogramo de carne producida para los tratamientos estudiados en ovinos en estabulación, lo podemos observar en el (cuadro 21), el costo más bajo correspondió a la inclusión del 10% de *E. cyclocarpum*, y el más alto, para la dieta testigo. Los costos de la alimentación decrecieron, en un 20 a un 28% por kg de carne producida, comparado con la ración testigo, (cuadro 22). Se calculó el costo por kilogramo de la harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y de *B. alicastrum* considerando el salario mínimo de la localidad aplicado a mano de obra para recolección, molienda e integración a los tratamientos estudiados.

Ingredientes	Testigo	<i>E. cyclocarpum</i>		<i>B. alicastrum</i>		Costo/kg.
		10 %	20 %	10%	20%	
Rastrojo de maíz	27.00	54.50	27.00	54.50	27.00	1.65
Alfalfa	12.00	-	17.40	-	13.20	2.55
Trigo	22.00	-	4.80	-	4.80	2.85
Sorgo	20.00	17.00	15.00	15.00	15.00	2.35
Melaza	14.50	10.00	10.00	10.00	10.00	2.00
Harina de pescado	2.00	3.20	1.00	5.50	5.20	8.00
Harina de frutos	-	10.00	20.00	10	20	2.00
Roca fosfórica	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.40
Carbonato de calcio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.80
Vitaminas*	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	9.00
Minerales*	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.95
Sal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.45
Urea	1.60	2.00	1.50	2.00	1.50	4.30
Totales	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Costo/kg de Alimento	2.45	2.13	2.21	2.42	2.44	

Cuadro 22. Conversión alimenticia y costo estimado en los diferentes tratamientos en ovinos en estabulación.

Tratamientos	Conversión alimenticia	Costo por kg de ración	Costo alimento / kg de carne producido
<i>E. cyclocarpum</i>			
T ₁ Testigo	6.36 : 1 ^b	2.80	17.80
T ₂ 10% de inclusión	6.78 : 1 ^b	2.29	15.52
T ₃ 20% de inclusión	7.05 : 1 ^a	1.81	12.76
<i>B. alicastrum</i>			
T ₁ Testigo	6.51 : 1 ^b	2.80	18.23
T ₅ 10% de inclusión	6.13 : 1 ^b	2.35	14.41
T ₆ 20% de inclusión	7.81 : 1 ^a	2.04	15.93

a b c literal diferente por columna indica diferencia estadística (P<0.05)

El costo del kilogramo de carne producida el más bajo, correspondió al 20% de inclusión de harina de *E. cyclocarpum*, aunque este tratamiento no fue el mejor en cuanto a consumo de alimento y conversión alimenticia, la requisición de proteína representa el costo más alto, por lo que la inclusión de un 20% de *E. cyclocarpum* como una fuente proteica, representa una disminución en los costos de alimento por kilogramo de carne producida.

Peralta *et al.*, (2003), mencionaron que el costo de alimento por carne producida en ovinos en estabulación, para la dieta testigo fue de \$10.76, en las inclusiones del 10, 20 y 30% de harina de frutos de *E. cyclocarpum* fue de; 9.35, 7.21 y 8.37 respectivamente, sus costos fueron menores a los encontrados en este trabajo, este fenómeno se puede deber a que no le asignaron un costo a la harina de los frutos o que la fecha de la investigación fue tres años anteriores a este trabajo, por que los costos de los insumos aumentan considerablemente año con año.

IX. CONCLUSIONES

Aspectos biológicos: los árboles en estudio fructifican en la época en que hay poca disponibilidad de forraje, convirtiéndose una fuente importante de alimento para animales en pastoreo.

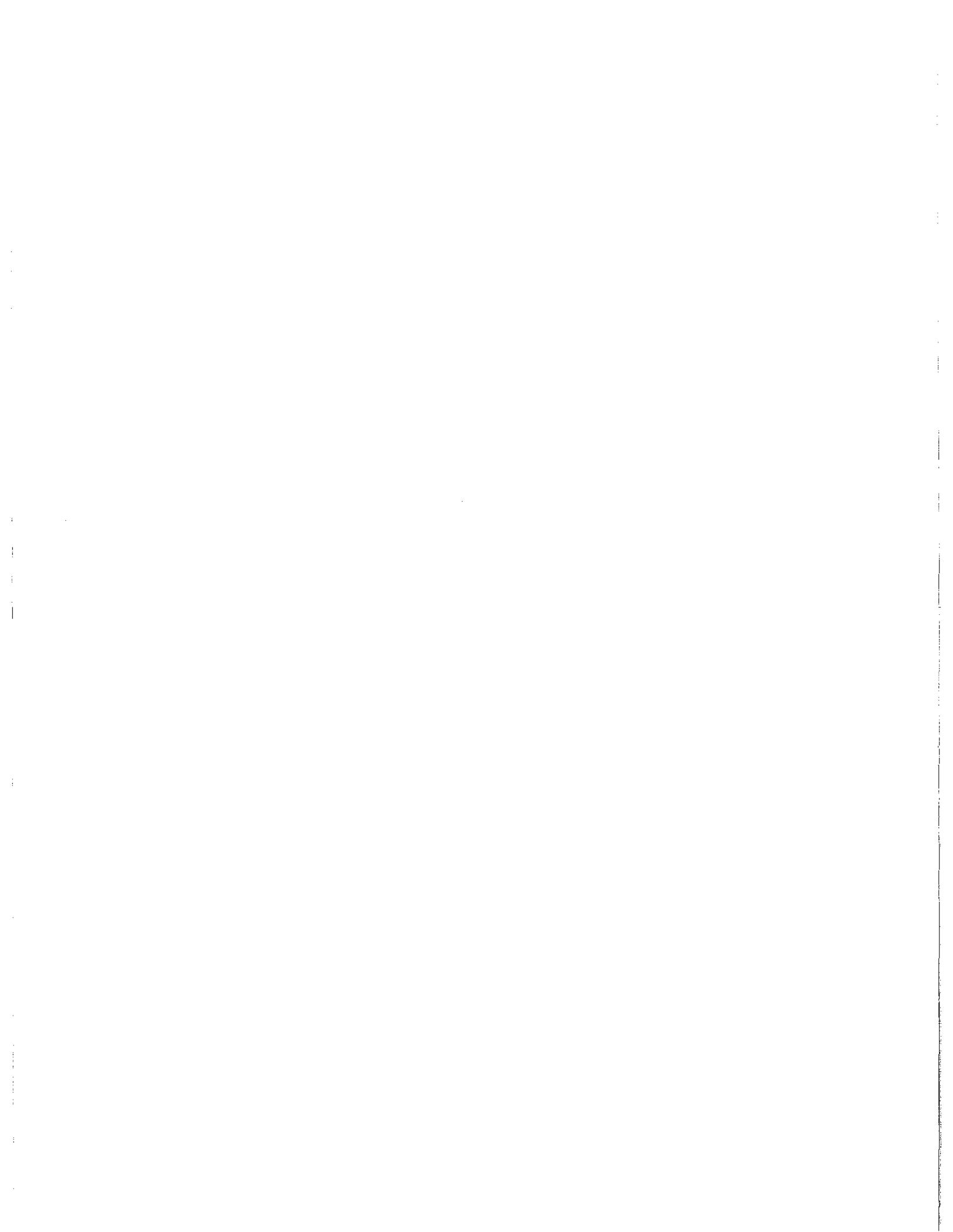
La calidad nutritiva de la harina de los frutos evaluados permite afirmar que se trata de una buena opción como complemento protéico (además costeable) en la dieta del ganado en el trópico.

La mejor digestibilidad para la materia seca, correspondió a la harina de *B. alicastrum* por el método *in vivo*, pero no se encontró una diferencia significativa para los métodos *in vitro* e *in situ*, lo cual sugiere que se pueden utilizar cualquier método para estimar el potencial de digestibilidad de dietas elaboradas a partir de harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y de *B. alicastrum*.

La inclusión de harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y de *B. alicastrum* en las raciones alimenticias de los ovinos mejoró el consumo. El consumo de alimento fue mejor con la inclusión del 10% de *B. alicastrum*.

El valor económico de la ración alimenticia con la inclusión de la harina de los frutos de *E. cyclocarpum*, el mejor fue con el 20%, como sustituto de una fuente proteica, en ovinos estabulados, lo que permitió mantener su desarrollo con una disminución significativa de los costos de producción. Hay que considerar que el costo se calculó con el de la mano de obra local y no puede aplicarse a nivel nacional o internacional.

La inclusión de harina de los frutos de *E. cyclocarpum* y de *B. alicastrum* en la alimentación de rumiantes es una alternativa técnicamente viable, dependiendo del nivel de inclusión, la distancia y los costos de transporte a las plantas de producción.

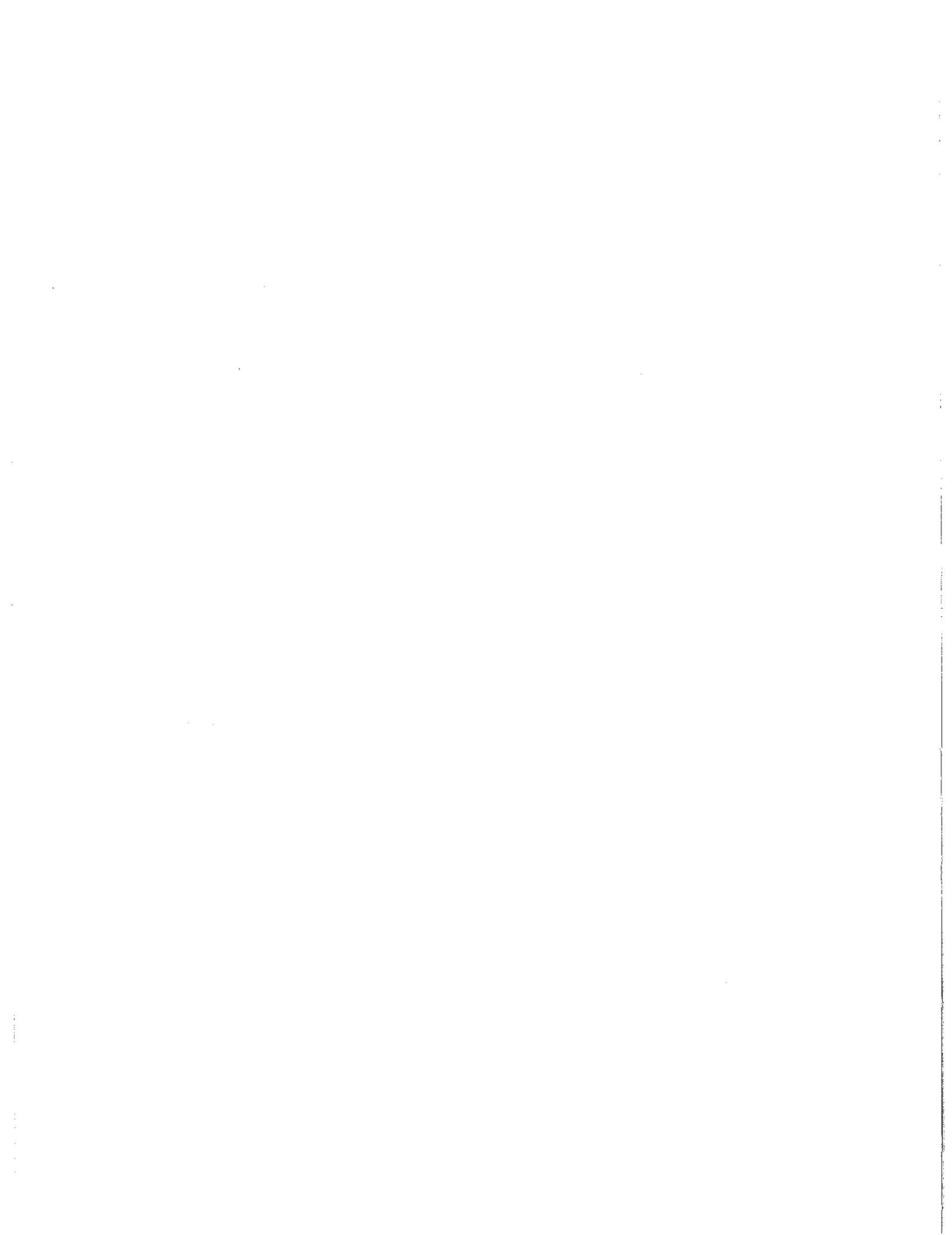


X. RECOMENDACIONES

Usar la alternativa para la alimentación del ganado para así evitar que entren al bosque a comerse y pisar los renuevos. Esto es un estímulo para fomentar la reforestación y creación de viveros para este fin. Al conservar éstas especies se proporciona sombra y un nicho ecológico para la micro y macro fauna local, al mismo tiempo, se protege al suelo de la acción directa del sol, el agua y el viento, incrementa la fertilidad y la estructura del mismo al incorporarse la materia orgánica, se favorece la actividad biológica al haber una mayor mineralización y disponibilidad de nitrógeno, lo que a su vez disminuye el proceso de erosión hídrica al reducir el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo y aumentar la capacidad de infiltración y retención del agua, además de embellecer el paisaje,

Incorporar las harinas de los frutos de estos árboles para con ello generar empleos, tanto personales como profesionales y de apoyo, con ello se fomentará el arraigo por el desarrollo laboral y profesional, disminuyendo la marginación de los grupos de escasos recursos económicos, así como bienestar familiar.

Incorporar a las cadenas productivas los productos forestales y residuos no maderables para darle un valor agregado a estas especies sin sobre explotar el recurso maderable, se tendrán mejores oportunidades de desarrollo económico al sustituir alimentos concentrados con estas especies locales con gran aporte proteico, lo cual permite a los productores reducir sus costos de producción, con un ingreso económico más redituable.



XI. ANEXOS

Anexo 1. Nombres comunes de la *E. cyclocarpum*

Nombre Común	Localidad
Ahuacashle	Istmo de Tehuantepec, Oaxaca
Aguacaste	Oaxaca
Caro-caro	Venezuela
Cascabel	Tampico.
Cascabel Sonaja	
Conacaste	Guatemala
Cuytatsuic	Populaca Veracruz
Caunacaztle	Oaxaca
Caunacaztli	Lengua Azteca
Cuaunacaztli	
Ear – tree	Belice
Huanacaxtle	Sinaloa
Hueinacaztle	
Huenacaxtle	
Lash - matz – zi	Chontal, Oaxaca
Lash – matz – ze	Chinanteca, Oaxaca
Mo – cuadzi	
Mo – nino	
Nacascuahuitl	San Luis Potosí
Nacashe	Oax
Nacastillo	Tehuantepec, Oaxaca
Nacastle	Tehuantepec
Nacaxtle	Veracruz
Nacaztle	Oaxaca
Orejón	S.L.P., Norte de Ver. y Puebla
Parota	Mich., Jal., Gro., y Oaxaca
Pich	Yucatán

Piche	Tabasco
Picho	Norte de Chiapa
Shma – dzi	Chontal, Oaxaca
Tiyuhu	Huasteca, Sureste de S.L.P.
Tiyohu	Huasteco S.L.P.
Tsac	Huanes, Oaxaca
Tubroos	Belice
Tutajan	Mixteca, Jicaltepec Oaxaca
Ya – chibe	Zapoteco, Oaxaca
Yaje	Guatemala

Fuente: Francis, 1988; Martínez, 1959; Hernández, 1981.

Anexo 2. Nombres comunes del *B. alicastrum*

Nombre común	Localidad
Ramón	Campeche
Ox.	
Moj	Colima
Mojo	
Mojo rechinador	Oaxaca
Mojú	Chiapas
Mojote	Colima
Tlatlacoiyic	Colima (Náhuatl)
Aja	Chiapas
Ajash	
Ash	
Mo	
Mojo	
Moju	
Motzoque	
Tzetz.	
A – Agl	Durango (Tepehuano)
Capomo	Jalisco
Hairi	
Hairi – te	Jalisco (Huichol)
Ojocosochit	Oaxaca
Capomo	
Juan Diego	Costado de la Costa de Oaxaca
Nazareno	Oaxaca
Ojite	
Ojochen	
Ojochin	
Ramón	
Samaritano	

Lan/fela	
Ramón naranjillo	
Ramón de hoja ancha	
Samaritan	
Nazareno	
Gueltzé	Oaxaca (Zapoteca)
Tunimu – tajan	Oaxaca (Mixteco)
Capomo	
Sauri	
Uji	Michoacán
Ojo	
Huje	
Capomo	Nayarit
Sauri	Nayarit (Cora)
Ojite	Puebla (Norte del Estado)
Ramón	
Ramón del mico	Quintana Roo
Ramón colorado	
Ojite	San Luis Potosí
Apomo	
Capomo	Sinaloa
Ox	Tabasco
Ojite	Tamaulipas
Oxotzin	
Ojoche	Limites de Tabasco Chiapas y Oaxaca
Ojite	Limites con Hidalgo, San Luis Potosí y Tamaulipas
Choch	
Osh	Yucatán
Ox	
Ramón	
Ramón blanco	Querétaro

Ash	Tzetal
Hairi	
Hairi-te	Huichol
Sauri	Cora, Nay
Juksapuo	
Jushapu	Totonaca, Ver
Tlatlacotic	Náhuatl
Tunumi-taján	Mixteca, Oax
Lan-fe-lá	
Mojcuji	Popoluca, Ver
Ajah	
Tsotz ash	Chiapas
Ash, Talcoite	
Oxotzin	Colima
Oxitle	
Oshté	San Luis Potosí
Ojos	
Ojite	Veracruz, Tamaulipas y Oaxaca

Fuente: Martínez, 1959; Pardo-Tejada y Sanchez, 1980; Hernández, 1981; Ayala y Sandoval, 1995.

Anexo 3. Análisis de varianza de altura del árbol en relación a la producción de los fruto de *E. cyclocarpum*, en estudio

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,93243707
Coefficiente de determinación R ²	0,86943889
R ² ajustado	0,86600308
Error típico	43,356481
Observaciones	39

ANÁLISIS DE
VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	35,3899379	35,3899379	988,420728	8,2732E-29
Residuos	38	1,36057208	0,03580453		
Total	39	36,75051			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	17,0522393	0,14433646	118,142282	2,248E-50	16,7600454	17,3444332	16,76004542	17,3444332
producción	0,00973362	0,0003096	31,4391591	8,2732E-29	0,00910686	0,01036038	0,009106864	0,01036038

Anexo 4. Análisis de varianza de altura del árbol en relación a la producción de los fruto de *B.alicastrum*.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,9813145
Coefficiente de determinación R ²	0,96297814
R ² ajustado	0,96200389
Error típico	19,0766808
Observaciones	40

ANÁLISIS DE
VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	359705,824	359705,824	988,420728	8,2732E-29
Residuos	38	13828,9505	363,91975		
Total	39	373534,775			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	-1670,14784	67,6969913	24,6709315	5,4297E-25	1807,19323	1533,10244	1807,19323	1533,10244
altura	98,9331985	3,14681439	31,4391591	8,2732E-29	92,5628056	105,303591	92,5628056	105,303591

Anexo 5. Análisis de varianza de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados con los diferentes tratamientos en estudio

F.V.	G,L	S.C.	C.M.	F	PROB.
TRAT	5	75,057	15,011	4,346	0,012 *
BLOQUE	3	72,154	24,051	6,963	0,004 **
ERROR	15	51,815	3,454		
TOTAL	23	199,027			

		tukey	VALOR DE TUKEY
0	<i>E. cyclocarpum</i>	16,95 A	$\alpha=0.05$ 4,6
10	<i>B. alicastrum</i>	16,6875 A	
0	<i>B. alicastrum</i>	16,145 A	3,49031259
10	<i>E. cyclocarpum</i>	15,4575 A	
20	<i>B. alicastrum</i>	13,89875 Ab	
20	<i>E. cyclocarpum</i>	11,9075 B	

Anexo 6. Análisis de varianza de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados comparados con las dos harinas de los tratamientos en estudio.

E. cyclocarpum VS. *B. alicastrum*
total *E. cyclocarpum* 109,46
total *B. alicastrum* 122,345
total ambos 231,805

S.C. 10,37645156

F.V.	G,L	S.C.	C.M.	F	PROB.
TRAT	5	75,057	15,011	4,346	0,012
CA vs PA	1	10,376	10,376	3,004	0,104
BLOQUE	3	72,154	24,051	6,963	0,004
ERROR	15	51,815	3,454		
TOTAL	23				

ns

Anexo 7. Análisis de varianza de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados comparados con las dos porcentajes de las harinas de los tratamientos en estudio.

F.V.	G,L	S.C.	C.M.	F	PROB.
TRAT	5	75,0574219	15,0114844	4,34569662	0,01207029
10 VS 20	1	40,1797516	40,1797516	11,6316952	0,00387321 **
BLOQUE	3	72,1541448	24,0513816	6,96266971	0,00370836
ERROR	15	51,814999	3,45433326		
TOTAL					

10 VS 20
TOTAL 10 128,58
TOTAL 20 103,225
TOTAL
AMBOS 231,805

S.C. 40,17975156

Anexo 8. Análisis de regresión de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados comparados con las dos porcentajes de la harina de *E. cyclocarpum*.

F.V.	G.L	S.C.	C.M	F	PROB.
TRAT	5	3,146	0,629	3,213	0,03608230
BLOQUE	3	14,849	4,950	25,270	0,00000409
ERROR	15	2,938	0,196		
TOTAL	23	20,934			

		I	II	III	IV	TOTAL
parota	0	24,284	27,085	26,229	26,677	104,28
parota	10	25,228	27,539	25,787	26,241	104,79
parota	20	25,594	26,857	27,155	27,379	106,99
capomo	0	24,537	27	26,213	27,379	105,13
capomo	10	25,797	27,13	26,073	27,149	106,15
capomo	20	26,073	28	26,905	27,555	108,53
TOTAL		151,513	163,6	158,36	162,38	635,86

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	16,9512042	16,9512042	7,06802112	0,01187586
Residuos	34	81,5420514	2,39829563		
Total	35	98,4932556			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	5,76430556	0,40810331	14,1246236	8,6946E-16	4,9349404	6,59367071	4,9349404	6,59367071
Variable X 1	0,08404167	0,03161155	2,65857502	0,01187586	0,14828402	0,01979932	0,14828402	0,01979932

Anexo 9. Análisis de regresión de un diseño de bloques al azar para aumento de peso de ovinos estabulados comparados con las dos porcentajes de la harina de *B.alicastrum*.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,2146389
Coefficiente de determinación R ²	0,04606986
R ² ajustado	0,01801309
Error típico	1,43127427
Observaciones	36

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	3,36375938	3,36375938	1,64202284	0,20871886
Residuos	34	69,6505649	2,04854603		
Total	35	73,0143243			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	5,56673611	0,37717389	14,7590708	2,393E-16	4,80022705	6,33324517	4,80022705	6,33324517
Variable X 1	-0,0374375	0,02921576	-1,28141439	0,20871886	-0,09681104	0,02193604	-0,09681104	0,02193604

XII. LITERATURA CITADA

- Aguilar, A, Zolla, C. 1982. Plantas tóxicas de México. Unidad de Investigación Biomédica en Medicina Tradicional y Herbolaria del IMSS. México, D.F. p 46.
- Allies, C. and Barneby, W.G. 1996. Silk tree, guanacaste, monkey, earring a generic system for the synandrous mimosaceae of the Americas. Memory of the New York botanical garden 74 U.S.A. pp 245 – 251.
- Álvarez, M; Melgarejo, M. y Castañeda, N. 2003. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla y vaina) de *E. cyclocarpum* (*Enterolobium cyclocarpum*) y pollinaza. Vet. Méx. 34(1) 2003 p 34
- Amaro, G R, Bonilla, C J A. y Llamas, L G. 1993. Consumo voluntario y digestibilidad *in vivo* de dietas con inclusión de vaina de guanacaste en ovinos. Memorias de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Guadalajara, Jalisco, México. pp130
- AOAC 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 5^{ed} (P A Cunniff, ed.). AOAC International Arlington. p 2000
- Aragón, B; Azurdia, C. y Melgar, M. 1988. Caracterización preliminar del ramon *Brosimum alicastrum* (Swartz) en el bosque muy húmedo subtropical cálido de El Petén, Guatemala. Tikalia 6 (1) pp 45 – 55 Aragón, P. de L.L.H. 1995. Factibilidades agrícolas y forestales en la República Mexicana. Ed. Trillas. México. p 177
- Aragón, P. 1995. Factibilidades agrícolas y forestales en la republica mexicana. Ed. Trillas. México. p 177
- Araya, J; Arias R. and Ruiz, A. 1994. Árboles y arbustos forrajeros de América Central. Costa Rica CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No. 236, vol. 1. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 41-47
- Arias, R. 1987. Identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina, predominantes en la región del Altiplano Occidental de Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica, UCR/CATIE, p 155
- Ariga, E S. 1997. Availability and Role of Multipurpose Trees and Shrub in Sustainable Agriculture in Kenya. Journal of Sustainable Agriculture. 10:2, pp 25-35
- Ayala, A. y Sandoval S.M. 1995. Establecimiento y producción temprana de forraje de Ramon (*Brosimum alicastrum*) en plantaciones de altas densidades en el norte de Yucatán, México. Agroforestería de las Américas año 2 No 7 septiembre 1995 pp 10 – 16.
- Baquero, L.A.; Becerra, A; Roncallo, B. y Silva, J.E. 1999. Suplementación de vacas de doble propósito con frutos de algarrobillo (*Pithecellobium saman*) durante el verano. IV Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarioa sostenibles. Fundación CIPAV, Cali Colombia. pp 65 -70

- Barrientos, R. L. 2006. Variación en la composición protéica de la semilla madura de parota (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq. Griseb) en el centro – occidente de México. Tesis de Doctor en Ciencias Área de Ecología, CUCBA, Univ. de Guad. pp 42- 47
- Barry, T.N. y Duncan, S.J. 1989 The role of condensed tannins in the nutritional value of lotus pedunculatus for sheep. 1 voluntary intake. British Journal of Nutrition. pp 485 – 487
- Baumer, M. 1992. Trees as browse and to support animal production. Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock. FAO Animal production and health paper. Edt. By Andrew Speedy and Pierre-Luc Pugliese. pp 1-10
- Benavides, JE.1994.La investigación en árboles y arbustos forrajeros en América Central. CATIE, Serie Técnica, Informe técnico No. 236, vol.1. pp. 3-28
- Bertoni, V. y V.M. Juárez G. 1980. Comportamiento de nueve especies forestales tropicales plantadas en 1971 en el campo forestal "El Tormento" Ciencia Forestal México. pp. 5 – 25
- Bondi, A. 1988. Nutrición Animal. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp.544
- Bonilla, C.J. 1999 Uso de vainas de parota en dietas para finalización de ovinos. En 500 Tecnologías Llave en Mano. Primera Edición. SAGAR-INIFAP. México, D.F, p 20
- Botero, R. 1988. Los árboles forrajeros como fuente de proteína para la producción animal en el trópico. *In*: Memorias del Seminario-Taller sobre Sistemas Intensivos para la Producción Animal y de Energía Renovable con Recursos Tropicales. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. Tomo I. pp. 76-96
- Botero, R. y R.O. Russo. 1997a. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. *In* III Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. R. Tejos, C. Zambrano, M. Camargo L.E. Mancilla W. García (eds.). UNELLEZ, Barinas, 20-22 de febrero de 1997. pp. 49-63
- Botero, R. y R.O. Russo. 1997b. Árboles y arbustos en producción animal en suelos ácidos del trópico. Carta Ganadera (Colombia). pp. 43 – 47
- Botero, R. y R.O. Russo. 1999. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. Conferencia electrónica de la FAO. Pp 1 - 16
- Bustamente J., y Romero, F. 1991. Producción ganadera en un contexto agroforestal. Sistemas agropastoriles. Costa de Rispal. No 20 Turrialba. Costa Rica. pp 3 - 8
- Cancel, E. 2002. Efectos del nivel de concentrado y contenido de proteína protegida en el consumo voluntario y producción de leche en vacas Holstein. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Tesis M.S. Science. p 63
- Carranza, M M; Sanchez V L; Pineda, L R; Cuevas, G R; 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlan, México. Agrociencia, marzo-abril, No, 02. Colegio de Posgraduados, Texcoco, Mexico. pp 206-207

Cecconello, C; Benezra, M; Obispo, N. 2003. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. *Zootecnia Tropical* 21(2), pp 149 - 165

Centro de Investigación de Quintana Roo. A.C. 1982. CIQRO. Imágenes de la flora quintanarroense. CIQRO. Puerto Morelos, Quintana Roo. México. pp 12 - 58

Chavelas, PJ y Devall, SM. 1988. *Brosimum alicastrum* Sw. Árboles útiles de la parte Tropical de América del Norte. Ed. M.R. Burns; m. Mosquera. Comisión Forestal de América del Norte. Publicación No. 3 México. p 22

Cherney, D.J.R., Siliciano-Jones, J. y Pell, A. N. 1993. Technical Note: Forage *in vitro* dry matter digestibility as influenced by fiber source in the donor cow diet. *Journal of Animal Science*. V.71 pp 1335-1338

Church, D.C., Pond, W.G. y Pond, K.R. 2002. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Editorial Limusa, México. pp 140 165

Clavero, T; Obando, O; Van, Praag, R. 1996. Efecto de la suplementación con *Gliricidia sepium* en vacas lecheras en producción. Pastos y Forrajes. Revista de la estación experimental de pastos y forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. pp 89 - 91

Clavero, T. 1996. Las leguminosas forrajeras arbóreas: Sus perspectivas para el trópico americano. En leguminosas forrajeras arbóreas en agricultura tropical. Ed. Tyrone, Clavero. Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. Pp 50 -61

Clavero, T. 1998. *Leucaena leucocephala*. Alternativa para la alimentación animal. Fundación Polar, Universidad del Zulia - Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Caracas, Venezuela p.78

Combe, J. y Budowski, G. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales. En Taller de Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 17-48

Combellas, J. 1986. Alimentación de vacas lecheras en el trópico. Luna-Print. Maracay, Venezuela. p 160

Contreras, S; Aguirre, R; Blanco, E; Rodriguez, J.A; Villegas, G; Avila, M; Paulin, O; Jhonson, D; Navarro, A. 1980. Metodología de Trabajo de la Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de coeficiente de agostadero. Tomo III Capítulo 7 Muestreo de tipos de vegetación. COTECOCA. SARH. Mexico. D.F., pp 300 - 336

Contreras, D; Gutiérrez, CH; Ramírez, C.T y López 1995. Mejoramiento del valor nutritivo de frutos secos de guasima (*Guazuma ulmifolia*) con urea e hidróxido de sodio. Archivos de zootecnia vol. 44 número 165 pp 48 - 53

Delgado, Denia; C, O, La O, Bertha, Chongo, Juana, Galindo y Yusleidys, Santos 2000. Determinación del valor nutritivo del follaje de dos árboles forrajeros tropicales: *Brosimum alicastrum* y *Bauhinia galpinii*. IV Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería tropical 29 de noviembre-1ro. De diciembre del 2000 Tomo 1. Estación experimental de pastos y forrajes "Indio Hatuey" Cuba. pp 102 - 104

- Enkerlin, E.C., Cano, G., Garza, R.A. Y Vogel, E. 1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. International Thomson Editores. México, D.F. p. 666
- Escobar, A, Romero, E y Ojeda, A. 1996. *Gliricidia sepium*. El Matarratón, árbol multipropósito. Fundación Polar, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. p 78
- Espejel, I. y E. Martínez, R. 1979. El Guanacaste. Comunicado No. 35 sobre recursos bióticos potenciales del país. INIREB, Xalapa Veracruz. México. p. 12
- Evans, E.M. y Potter, J.F. 1984. The reproducibility of in vivo estimates of digestibility and voluntary digestible organic matter intake of grass varieties by sheep. Grass and Forage Science. V.39. pp 101-106
- Febles, G; Ruiz, T y Simón, L. 1995. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. pp. 55-61
- Febles, G.; Ruiz, T.E; Chongo, J.; Alonso, O; I. Scull, H. Gutierrez, D. y Hernández, L. 1999. Evaluación de diferentes especies de árboles y arbustos para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en el trópico. Memorias del primer congreso latinoamericano de agroforesteria para la producción animal sostenible. Cali, Colombia. pp 1 - 9
- Figueras, A.M. 1949. Coeficientes de digestibilidad del ramón. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. pp. 31
- Flores, O.I., D.M. Bolívar, J.A. Botero and M.A. Ibrahim. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. Livestock Research for Rural Development 10 (1) On line edition. p 34
- Francis, J.K. 1988. *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. Guanacaste, Earpod-tree. Leguminosae. Legume family. SO-ITF- SM-15. USDA Forest Service, Institut of Tropica Forestry, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana. pp 90 - 110
- Fraser y Jhon. 1992. Ganado Ovino Producción y Enfermedades. Editorial. Mundi Prensa. p.173
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen, (para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana). Segunda edición Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p 246
- Garrett, JE; Goodrich, R.D; Meiske, J.E and Stern, M.D. 1987. Influence of supplemental nitrogen source on digestion of nitrogen, dry matter and organic matter and *in vivo* rate of ruminal protein degradation. J Anim Sci 1987. pp 64: 180
- Giraldo, L. A. 1996a. Efecto de tres Densidades de Arboles en el Potencial Forrajero de un Sistema Silvopastoril Natural. IN: Memorias Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles:

Casos Exitosos y su Potencial en Colombia. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Marta: Noviembre 27-29/diciembre 1996. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural pp 57-72

Giraldo L. A. 1996b. El papel de la Agroforestería en la Producción Animal y el Medio Ambiente. IN: Memorias Primer Seminario Nacional Agroambiental. El manejo ecológico de la producción y la sanidad agropecuaria. Medellín, Agosto 21 al 23 de 1996. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid pp 51-67

Goering, H.K. y Van Soest, P.J. 1970. Forage fibre analyses. Apparatus, reagents, procedures and some applications. Agriculture Research Service, USDA, Washington DC, Handbook. No.329.

Gomez, P. A y del Amo, S.R. 1994. Sostenibilidad y participación campesina: Un mecanismo para establecer un programa a largo plazo, en el tropico. Agroforesteria en desarrollo. Centro de groforesteria en desarrollo sostenible. Universidad Autonoma de Chapingo. México. pp 210 – 220

Gómez, M.E., L. Rodríguez, E. Murgueitio, C.I. Ríos, M. Rosales, C.H. Molina, E. Molina y J.P. Molina. 1995. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica: Mataratón (*Gliricidia sepium*), Nacedero (*Trichantera gigantea*), Pizamo (*Erythrina fusca*) y Botón de oro (*Tithonia diversifolia*). CIPAV, Cali, Colombia. p 129

González, C. 1984. Especies vegetales de importancia económica de México. E. Porrua. pp 13 -54

González, SA, Ariceaga N, Altamirano A y Huerta M 1989. Evaluación del valor nutritivo de la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en los alimentos de ovinos. Memorias del Segundo Congreso Nacional de Producción Ovina. San Luis Potosí Mexico. pp 113 – 115

Granados, D; Castañeda, A y Mendoza, O. 1989. Ecología Vegetal. Apoyos Académicos No. 9 Universidad Autonoma de Chapingo Mexico. p 185

Hernández, S. 1981. Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovechamiento como forraje. Ciencia Forestal 6. pp 31 - 39

Hernández, I, Milera M, Simón L, Hernández D, Iglesias J, Lamela L, Toral O, Matías C y Geraldine F. 1998. Avances en las investigaciones en sistemas silvopastoriles en Cuba. Conferencia electrónica de la FAO_CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No. 4 p 64

Holmann, F. y C. E. Lascano. 2001. Sistemas de Alimentación con Leguminosas para intensificar fincas lecheras. Documento de Trabajo #184. Consorcio Tropiclleche. Cali. Colombia. pp 14 - 16

Huerta, S. M. 1983. La parota (*Enterolobiun cyclocarpum*) Como un recurso forestal de las zonas calido-húmedo en Jalisco. Tesis profesional de Licenciatura. Escuela de Agricultura Universidad de Guadalajara. pp. 30 – 42

Ibrahim, M. 2001. Potencialidad de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales. Conferencia electronica en potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales, FAO, 2001. pp 84 - 92

- Jaramillo, V.V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas tropicales de México. COTECOCA, SARH e INCA RURAL, México D.F. pp. 8- 30
- Kass, J; Benavides, J; Romero, F y Pezo, D.1992 Lessons from main feeding experiments conducted at CATIE using fodder trees as part of the N-ration. En legume trees and others as protein sources for livestock. Edit. Speedy, A. y Pugliue, P. L. FAO. Rome, Italy. pp 171-175
- Kosarik, M. 1997. La agroforestería en Argentina. FAO, Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales, Santiago, Chile. p 50
- Ku Vera, L. Ramirez, A., G. Jimenez, J.A. Alayon y L. Ramirez, Cancino 2004. Árboles y arbustos para la producción animal en el tropico mexicano. Conferencia electronica de la FAO sobre agroforesteria para la producción animal en Latinoamerica. <http://www.lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia1/ku10.htm>.15. pp 1 - 14
- Lascano, CE y Pezo, D. A. 1994. Comportamiento del consumo de forrajes por novillos en pasturas de gramínea sola y asociada con una leguminosa. Pasturas Tropicales. 10, 2: pp 12-20
- Laker, M.W. 1994. Where is the beef?: Incorporating cattle into sustainable agroforestry systems in the Amazon Basin. Agroforestry Systems. 25. pp 227-241
- Lieb, S., Ott, E.A. y French, E.C. 1993. Digestible nutrients and voluntary intake of rhizomal peanut, alfalfa, bermudagrass and bahiagrass hays by equine. 13th Equine Nutrition and Physiology Symposium Proceedings; University of Florida. Equine. p 64
- Lizarraga, S. H., Solorio, S. F.J., Sandoval, C. C.A. 2001. Evaluación agronómica de especies arbóreas para la producción de forraje en la Península de Yucatán. Livestock Research for Rural Development 13(6)2001. pp 1 – 9
- López, G.F.M. 1993. Explotación del ramón (*Brosimum alicastrum*) como fuente de forraje. Tesis Lic. Chapingo, Méx., Univ.Autónoma de Chapingo. Dpto. de Zootecnia. p 76
- Macedo, R. y J.M. Palma. 1998. Evaluación productiva y económica de manejos de bancos de proteína *Leucaena leucocephala* en Colima, México. pp 2 – 3
- Mehecha, V, Rosales M, Molina Ch, Molina E, 1999. Evaluación de un sistema silvopastoril de pasto estrella, *Leucaena* y algarrobo forrajero, a través del año en el Valle del Cauca. En: Memorias VI Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. 28 – 30 de octubre 1999. Realizado por la Fundación CIPAV y la FAO, SIDE., pp 151 – 155
- Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 2, 2002. pp 226 - 231
- Marinucci, M.T., Dehorty, B.A. y Loerch, S.C. 1992. In vitro and in vivo studies of factors affecting digestion of feeds in synthetic fiber bags. Journal of Animal Science. V.70 pp 296-307.
- Martínez, M. 1959. Planta útiles de la flora mexicana. Cuarta edición. Edit. Botas México pp. 18 – 20

- Martínez, M. 1972. Necesidad de incorporar la totalidad de los recursos forestales a la economía de la Nación. *Bosques*. México pp. 16 – 19
- Martínez, O.E; González, R. 1977. Vegetación del sureste de Tamaulipas. *Biótica (Méx.)* 2(2). pp 1-45
- Martínez, O.E; González, R. 1977. Vegetación del sureste de Tamaulipas. *Biótica (Méx.)* 2(2). pp 1 - 45
- Mastrapa, L, Medros C M, Rodríguez J L, Mazón D y Rodríguez M 1996. Evaluación de la fibra dietética y del nitrógeno asociado a esta fracción en alimentos para cerdos. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 3(3) pp 66-74
- Meyer, J.H.F. y Mackie, R.I. 1986. Microbiological evaluation of the intraruminal in sacco digestion technique. *Applied Environmental Microbiology* V.41 p. 622.
- Miranda, F. 1942. La vegetación de Chiapas. Vol. I - II. Ediciones del gobierno de Estado. Departamento de prensa y turismo. Tuxtla Gutiérrez, Chis. México. pp 125
- Monsreal, B.D. 1986. El ramón *Brosimum alicastrum* Sw. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán (Méx.)* 2(152). pp 26 - 35
- Montagnini, F. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica. Organización para Estudios Tropicales (OET) p 622
- Mora, S. A. 2003. Regeneración natural de tres especies arbóreas en una selva mediana subcaducifolia de la costa de Jalisco. Tesis de Maestría Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. pp 20 - 22
- Mosquera, P y Lascano C. 1992. Producción de leche de vaca en pasturas de *Brachiaria decumbens* solo y con acceso controlado a bancos de proteína. *Pasturas tropicales* 1992. p 10
- Murguétio, E. 1994. Los árboles forrajeros como fuente de proteína (2da ed) CIPAV. Cali. Colombia. pp 7 – 9
- National Research Council. (1996). Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth edition p 34
- Navas, A; Restrepo, C. y Jiménez, G. 1999. Funcionamiento ruminal de animales suplementados con frutos de *Phytocellobium saman*. IV Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. CIPAV, Cali. Colombia. Pp 68 -72
- Niembro, A. 1990. Árboles y arbustos útiles de México. Ed. Limusa. México, D.F. pp 87 - 117
- Nitis, I.M., Putra, S., Sukanten, W., Suarna, M. And Lana. 1991. Prospects for Increasing Forage Supply in Intensive Plantation Crops Systems in Bali. In: Forage for Plantation Crops. ACIAR Proceedings No. 32. p 28
- Nocek, J.E. 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A Review. *Journal of Dairy Science*. V.71. pp 2051-2069

- Oba, M. y Allen, M.S. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. V.82. pp 589-596
- Obispo, N. 2005. Relaciones suelo-planta-animal en sistema silvopastoriles. *Revista Digital CENIAP HOY* Número 9, septiembre-diciembre 2005. ISSN: 1690-4117, Depósito Legal: 200302AR1449, Maracay, Aragua Venezuela. pp 14 - 26
- Onwuka, R.A. 1988. Evaluation of digestibility of browse using *in sacco*, *in vitro* and *in vivo* techniques. p. 291-295
- Ormeño, L.M. 2006. Plan de manejo de aprovechamiento de la nuez de Ramon (*B. alicastrum*) en la unidad de manejo Uaxactún. CONAP. Guatemala. p 28
- Orskov, E.R.; Hovell, F.D. Deb; Mould.F.1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para evaluación de alimentos. *Producción Animal Tropical* 1980; p 217
- Orskov, E.R. And McDonald,I. 1981. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 92: p 499.
- Ortiz, A. Palma, J.M y Aguirre, M.A. 1998. Inclusión de harina de leguminosas arbóreas y rastrojo de maíz (*Zea mays*) en raciones para becerros predestete. *Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería, Matanzas, Cuba*. pp 157 - 159
- Palma, J.M., A. Topete., M.A. Galina. 1992. Tablas de valor nutritivo de los alimentos para bovinos en el trópico seco. V Reunion de Avances en Investigación Agropecuaria. Colima, Mexico. pp 82 – 85
- Palma, J.M., y R. Flores. 1997. Aproximación al estudio de vegetación arborea del estado de Colima, Mexico. X Reunion de Avances en Investigación Agropecuaria, Tropic 97. Barra de Navidad, Jalisco., pp 88 - 90
- Palma, JM y Román L. 2003. Frutos de especies arbóreas leguminosas y no leguminosas para alimentación de rumiantes. *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina-II Memorias de la Segunda Conferencia electrónica* . Dirección de Producción y Sanidad Animal FAO. Pp 271-281. ISSN 1014-1200
- Palma, J.M. 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 2006. 14 (3). pp 95 - 104
- Pardo-Tejeda, E; Sanchez M.C. 1980. *Brosimum alicastrum* (ramón, capomo, ojite, ojoche). Recursos silvestres desaprovechados. Xalapa, Ver. Méx. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. p 31
- Pennington, T., D. y Sarukhan. 1979. Manual para la identificación en el campo de los principales árboles tropicales de México. INIF-FAO. México – Roma pp. 24 – 25
- Penton, G; F y Sosa M. 1998. La sombra de los árboles como fuente de variación de la composición botánica y la calidad del pastizal en una finca silvopastoril. *Memoria III Tercer*

Taller Internacional Silvopastoril. Los arboles y arbustos en la ganaderia. Matanzas, Cuba pp 30 – 32

Peralta, N., Palma, JM., Macedo, R. 2004. Efectos de diferentes niveles de inclusión de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en el desarrollo de ovinos en estabulación. FMVZ. Universidad de Colima. Tecomán, Colima. p 3

Pérez, J.L.A; Sarukhan, J. 1970. La vegetación de la región de Pichucalco. México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación Especial No. 5. pp 49 - 143

Pérez, E; Perezgrovas, R y Sosa, R. 1991. Utilización de frutos de guanacaste (*E. cyclocarpum* Jacq. Griseb) como fuente de proteína en la alimentación de borregos. Memorias del Cuarto Congreso Nacional de Producción Ovina. Chiapas, Mexico. pp 10 - 11

Pérez, R.J y Zapata, B.G. 1993 Utilización de ramón *Brosimum alicastrum* en alimentación de ovinos en crecimiento. In Reunion Nacional de Investigación Pecuaria (Puerto Vallarta, Mex.). Memorias., S.N.T. p 157

Peters, C.M. 1983. Observations on maya subsistence and ecology of a tropical tree. American Antiquity (EE.UU.) 48(2). Pp 610 - 615

Pezo, D e Ibrahim, M. 1996. El pasto base de la producción bovina. En: Aspectos nutricionales en los sistemas de producción bovina. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie materiales de enseñanza No. 7. pp. 87-109

Pineda-Lóez, R. Cuevas G. y F. Aragón C. 2002. Estructuras arbóreas del bosque tropical caducifolio usado para la ganadería extensiva en el norte de la Sierra de Manantlán, México: Antagonismo de usos. Polibotánica 14: pp 29 - 32

Preston, T. y R, Leng. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre nutrición de rumiantes en el trópico. CONDRIT, Cali, Colombia. p135

Puig, H. 1976. Vegetación de la Huasteca, Mexique. (A.E.F.M.) Misión archeologique Francaise an Mexique. pp. 61 – 62

Rathcke, B. and Lacey, E. P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. Ann. Rev. Ecol. Svst. 16 pp 179 - 214

Reed, E. y Beylea, R.L. 1998. A comparison between *in situ* and *in vitro* digestibility of corn and sorghum. UMC Animal Science Departmental Report. p. 132-134

Restrepo, C y Jiménez, G. 1999. Funcionamiento ruminal de animales alimentados con forrajes de baja calidad y suplementados con frutos de *Pithecellobium saman*. Tesis. Facultad de Zootecnia, U. de la Salle. Bogota p18

Reyes, M. F. 2000. Árboles y arbustos con potencial forrajero en Tabasco, México IV Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganaderia tropical 29 de noviembre-1ro. De diciembre del 2000 Tomo 1. Estación experimental de pastos y forrajes "Indio Hatuey" Cuba. pp 51 - 53

- Rico-Grey, V; Gómez-Pompa, A; Chan, C. 1985. Las selvas manejadas por los mayas de Yohaltun, Campeche, México. *Biotica* (Mérx.) 10(4). pp 321 - 327
- Riesco, A. 1992. La ganadería bovina en el trópico americano: Situación actual y perspectivas. Fernández-Baca (ed.). *Avances en la Producción de Leche y Carne en el Trópico Americano*. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile pp. 13-46
- Robertson, J.B., Van Soest, P.J. y Torres, F. 1972. Substitution of filter paper for crucibles in the *in vitro* rumen digestibility determination. *Journal of Dairy Science*. V.55 p. 1305.
- Rodríguez, M. y Figueroa, V. 1995 Evaluación de la fracción nitrogenada de diferentes alimentos fibrosos y su efecto sobre la digestibilidad *in vitro*. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 2(1) pp. 45-52
- Román, L.M; Mora, S. A; Gallegos, R. A. 2004. Especies arboreas de la costa de Jalisco, Mexico, utilizadas como forraje en sistemas silvopastoriles. *Scientia - CUCBA* 6(1-2); 3 - 11.2004 p 10
- Romero, F. 1993. Uso de *Erythrina poeppigiana* como suplemento a forrajes con bajo contenido proteico. En: *Erythrina in the New and Old Worlds*. NFTA. 1993. Estados Unidos p.19
- Romero, F; Montenegro, J.; Chana, C.; Pezo, D. y Borel, R. 1993. Cercas vivas y bancos de proteína de *Erythrina berteroana* manejados para la producción de biomasa comestible en el trópico húmedo de Costa Rica. En: *Erythrina in the New and Old Worlds*. NFTA. 1993. Estados Unidos. pp 68 - 72
- Roncallo, B; Navas, A y Garibella, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En *Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana*. Copilación de las memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. CORPOICA. pp 231 - 244
- Rondon, J.A. Aldana J.P y Betancourt A. 2000 Caracterización fenológica de las especies forestales fijadoras de nitrógeno atmosférico utilizadas en sistemas agroforestales de Venezuela. IV Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería tropical. 29 de noviembre 1ro. de diciembre del 2000 Tomo I. Estación experimental de pastos y forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. pp 60 - 70
- Rosales, M. 2005. Mezcla de forrajes: Uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. Conferencia electronica de la FAO AGROFOR 1: Artículo 9.
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Jordán, H.; y Castillo, E. 1997. Alternativas de empleo de las leguminosas en la producción de leche y carne en el trópico. Conferencias XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, p 75
- Rzedowski, J. R. Mc. Vaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Centr. Univ. Mich. Herb.* 9. U.S.A. pp. 50 - 51
- Rzedowski, J. R. Mc. Vaugh. 1976. La vegetación de México. Primera edición. Editorial Limusa. México. pp. 42 - 43

- Rzedowski, J y Calderon, G. 1997. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 51 Familia Leguminosa. Subfamilia Caesalpinoideae. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío Patzcuaro, Michoacán, Mexico. pp 1 – 57
- Saldivar, A.J., Ocumpaugh, W.R., Gildersleeve, R.R. y Prine, G.M. 1992. Growth analysis of Florigraze rhizoma peanut: shoot and rhizome dry matter production. *Agronomy Journal*. V.84 p 444 - 449
- Salinas, J. 1987. Experiencias sobre recuperación de áreas degradadas con pasturas en el Trópico Húmedo. En: Curso-Taller sobre establecimiento, mantenimiento y producción de pasturas en la selva Peruana. INIAA-IVITA-CIAT, Pucallpa pp 161
- Sánchez, D. Manuel 1998 Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, Roma p 125
- SAS. 1988. SAS/STAT User's Guide, Release 6.03 edition. SAS Institute, Cary, North Carolina. p 1028
- Shelton, M. y Brewbaker, J. 1994. Forrage tree legume in tropical agricultural C.A.B. International. Wallingford pp 26 - 28
- Shelton, M. 1996. El género *Leucaena* y su potencial para los trópicos. En: Leguminosas forrajeras en la agricultura tropical. Ed. T. Clavero, Maracaibo, Venezuela. p 17
- Simón, L. 1997. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y pastoreo. Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles: Alternativa para una Producción Ganadera Moderna y Competitiva. (2º: 1996: Valledupar, Neiva y Villavicencio). Memorias. Santafé de Bogotá: pp 31 – 42
- Simón, L y Cruz A.1998. Resultados económico-productivos de la validación del silvopastoreo. Los árboles en la ganadería. Tomo 1 Silvopastoreo. Estación experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p 29
- Solórzano, A., R. 1942. Frutos silvestres tropicales para alimentar ganado. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo México. pp. 12 -13
- Sosa, R. E.E., Perez R. D., Ortega R. L., Zapata B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Tec. Pecu. Mex.* 2004:42 (2) pp 129 - 144
- Soto Pinto, M.L., Jiménez Ferrer,G. y de Jong,B.H. 1997. La Agroforestería en Chiapas. El caso de la región de Los Altos. En: Los Altos de Chiapas: Agricultura y Crisis Rural. Tomo 1. Los Recursos Naturales. M. Parra Vázquez y B.M. Hernández (Eds.). El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México pp 167-186
- Sotelo, A., Contreras, E. and Flores,S. 1995. Nutritional value and content of antinutritional compounds and toxics in ten wild legumes of Yucatan Peninsula. *Plant Foods for Human Nutrition*. pp 115-123

- Souza de Abreu., Ibrahim, M., Harvey, C. and Jiménez, F., 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, vol 7 No. 26 pp 53 – 56
- Standley, C.P. 1930. Flora of Yucatan. Field Museum of Natural History. Publication 279. Botanical Series No. 3. p 492
- Tilley, J.M. and Terry, R.A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* pp 104 - 111
- Toledo, V., Batis, A.I., Becerra, R., Martínez, E. Y Ramos, H.C. 1995. La selva útil: Etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia* pp 177-187
- Topps, J.H. 1992. Potential, composition and use of legume shrubs and trees as fodders for livestock in the tropics. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* p. 118
- Valerio, S. 1990. Efecto del secado y métodos de análisis sobre los estimados de taninos y la relación de estos con la digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Tesis *Mag. Sc.*, CATIE, Turrialba, Costa Rica p 94
- Van Soest, P y R. Wine. 1967. Uses of detergent in the analysis of fibrous forages. IV Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 50 pp 50-55
- Van Soest, P.J. 1979. Physico-chemical aspects of fibre digestion. In: *Digestion and metabolism in the ruminant* (eds. I. W. McDonald and A. C. I. Warner), p. 351-356
- Varel, V.H. y Kreikemeier, K, K. 1995. Technical Note: Comparison of *in vitro* and *in situ* digestibility methods. *Journal of Animal Science*. V.73 p. 578 - 582
- Viera, C y Barrios, C. 1997. Exploración sumaria de la producción de maderas en porteros de la zona ganadera de Esparza: especies, manejo, y dinámica de componentes maderables. Trabajo presentado para el curso de Manejo Forestal II, CATIE, Turrialba, Costa Rica, p25
- Villanueva, A. J.F. Sánchez, R., y Carrete, F. 1993. Establecimiento de especies arbóreas para cercos vivos en la costa de Nayatit. *Manejo de Pastizales Vol. 6 No 1 diciembre 1992-2 de abril 1993.* pp 22 – 24
- Wanjau, S. Mukalama, J y Thijssen, R. 1998. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. *Boletín de ILEIA*. Marzo de 1998 p 25
- Walter, H. 1977. Zonas de vegetación y clima. Trad. por Margarida Acosta. Barcelona, España. 244 p.
- Weakley, D.C., Stern, M.D. y Satter, L.D. 1983. Factors affecting disappearance of feedstuffs from bags suspended in the rumen. *Journal of Animal Science*. V.56 (1) pp 493 - 507

Williams, M.J., Hammond, A.C., Kunkle, W.E. y Spreen, T.H. 1991. Stocker Performance on Continuously Grazed Mixed Grass-Rhizoma Peanut and Bahiagrass Pastures. J. Prod. Agric. V.4 pp 19 – 22

Yerenas, F.; Ferreiro, H.; Elliot, R.; Preston, T. 1978. Digestibility of ramon (*Brosimum alicastrum*), *Leucaena leucocephala*, Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*), sisal pulp and bagasse (*Agave fourcroydes*). Tropical Animal Production (Mex.) 3(1) pp 27 – 32

Zamora, S; Garcia, J; Bonilla, G; Aguilar, H; Harvey, C. e Ibrahim M 2001. ¿Cómo Utilizar los frutos de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guacimo (*Guazuma ulmifolia*), jenízaro (*Pithecellobium saman*) y Jicaro (*Crescentia alata*) en alimentación animal? Agroforesteria en las Américas 8(31) pp 45 - 49