

**Digestibilidad y balance nitrogenado de
dietas de heno de pasto estrella
suplementadas con *Acacia pennatula* y harina
de soya en
cabras y ovejas.**

Nelson René Ramírez Rosa

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción

Abril, 2001

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Digestibilidad y balance nitrogenado de
dietas de heno de pasto estrella
suplementadas con *Acacia pennatula* y harina
de soya en
cabras y ovejas.

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Nelson René Ramírez Rosa

Honduras: Abril, 2001

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Nelson René Ramírez Rosa

Zamorano - Honduras
Abril, 2001

Digestibilidad y balance nitrogenado de dietas de heno de pasto estrella suplementadas con *Acacia pennatula* y harina de soya en cabras y ovejas.

Presentado por

Nelson René Ramírez Rosa

Aprobado:

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Coordinador Área Temática

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la Carrera Ciencia y
Producción

Gladys Flores, M. Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador PIA Zootecnia

Keith Andrews, Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

A mis padres Rafael y Aracely por su cariño y comprensión en los momentos más difíciles.

A mis queridos hermanos, en especial a Melvin que siempre me animó en la elaboración de este proyecto.

A mi abuela Berta por sus consejos desde niño.

A la familia Espinal – Ramírez.

AGRADECIMIENTO

A Dios Todo Poderoso por darme la vida y una familia tan especial, que son la fuente para realizar todo mi trabajo.

A mis padres por guiarme siempre.

Al Dr. Miguel Vélez por su paciencia, voluntad y tiempo; pero sobre todo por sus exigencias, que me servirán para ser mejor profesional.

A Isidro Matamoros por su gran amistad y colaboración.

A Gladys Flores por su paciencia y apoyo en la realización de este trabajo.

A Iván Maradiaga por el apoyo brindado en el laboratorio: gracias!

A Melvin por ser mi mejor amigo.

A mis amigos Juan Rafael y Angel Paz por todos sus consejos.

A Alcides Espinal y Araceli Ramírez por su gran ayuda.

A mis amigos Denis y Yesenia Portillo, Jorge Hernández, Darling Ventura, Francisco Cueva, Rodolfo Díaz, Miriam Hernández, Martín Lanza, Andrea Orellana y Paola Domínguez por todos los momentos alegres que convivimos.

A mis compañeros Allyn Del Cid, José Vásquez, Juan Carlos Galindo, Luis López, Maria Auxiliadora Castillo, Naún Lobo, Andrés García y Leopoldo Rodríguez por su amistad en estos años.

A la Escuela Agrícola Panamericana por su disciplina y trabajo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mis padres por su arduo sacrificio en la educación: mil gracias.

A la Escuela Agrícola Panamericana y a la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras por el financiamiento de mis estudios en Zamorano.

RESUMEN

Ramírez, Nelson. 2001. Digestibilidad y balance nitrogenado de dietas de heno de pasto estrella suplementadas con *Acacia pennatula* y harina de soya en cabras y ovejas. Proyecto Especial de Programa de Ingeniería Agronómica, Zamorano, Honduras, 13 p.

Acacia pennatula es una especie arbórea cuyas vainas son usadas para alimentación animal en épocas de escasez de forrajes. Para medir su beneficio como reemplazo de fuentes proteicas en dietas locales, se estudió la digestibilidad de materia seca (MS), materia orgánica (MO) y fibra neutro detergente (FND), y también el balance nitrogenado. La *A. pennatula* fue ofrecida como harina dentro de una dieta totalmente mezclada a base de heno y melaza; se usó de comparación una dieta equivalente con harina de soya, ambas balanceadas para dar 10% de proteína cruda (PC). Se realizó con 5 cabras y 5 ovejas que recibieron ambas dietas, en dos experimentos separados por 8 días de descanso. La adaptación tomó 15 días y la recolección de heces y orina 7 días; diariamente se tomaron datos y muestras de alimento (ofrecido y rechazado), heces y orina. Los consumos de materia seca por peso vivo (CMSPV) fueron mayores ($P < 0.05$) para la dieta de *A. pennatula* (4% en ambas especies) que con la dieta de soya, cuyos CMSPV fueron menores y diferentes entre especies (cabras 2% y ovejas 3.4%; $P < 0.05$). La digestibilidad de la MO fue de 57 y 60% para la dieta de soya y de 55 y 50% para la dieta de *A. pennatula* (en cabras y ovejas, respectivamente). Los consumos de MO digerible por peso metabólico (CMODPM) fueron de 14.8 y 27.0 g/día para la dieta de soya y de 28.0 y 21.5 g/día para la de *A. pennatula* (en cabras y ovejas, respectivamente). La digestibilidad de la FND de la dieta de soya fue mejor ($P < 0.05$) que la de la dieta de *A. pennatula*; al comparar especies, las ovejas digieren mejor la FND de la dieta de soya (61 vrs. 52%) mientras que las cabras digieren mejor la de *A. pennatula* (42 vrs. 35%). El balance de nitrógeno fue mayor con *A. pennatula* que con soya, probablemente debido a las diferencias en composición de fracciones nitrogenadas en ambos alimentos; pero los coeficientes de variación fueron muy altos. *A. pennatula* representa una fuente de suplementación proteica en la alimentación de rumiantes, especialmente en cabras.

Palabras claves: Jaulas metabólicas, peso metabólico.

NOTA DE PRENSA

ESCAMBRION: MALEZA O ALIMENTO PARA ANIMALES

Acacia pennatula o escambrión como se conoce en Honduras, es un árbol de diez metros de altura, su tronco es corto de 3 a 4 metros, copa ancha y plana, posee espinas cortas y vainas de color café. En Guatemala se le conoce como surespino y muisache en México. En el trópico, las vainas de este árbol se utilizan como suplemento alimenticio en la época con escasez de forraje.

Las vainas poseen 87% materia seca (MS), 29% fibra cruda (FC) y 11% proteína cruda (PC). Una ventaja que ofrece en la alimentación de rumiantes (vacas, cabras y ovejas) es su baja calidad y cantidad en proteína y su alto contenido en fibra, lo que una especie menor (aves y cerdos) no es capaz de utilizar.

En Zamorano, se realizó un estudio para evaluar la digestibilidad aparente *in vivo* de las vainas del árbol en cabras y ovejas. Se preparó una dieta a base de heno de pasto estrella (43%), vainas molidas de *Acacia pennatula* (47%) y melaza (10%). La evaluación se realizó con 5 cabras y 5 ovejas machos, los que presentaron un consumo de materia seca de 4.1% y 3.9% en base a su peso vivo.

La digestibilidad de la materia orgánica fue de 55% en cabras y 50% en ovejas, 51 y 43 en consumo de materia orgánica en base al peso metabólico (g/kg peso vivo^{0.75}) y 21 y 8 en el balance de nitrógeno (g/animal/día).

Los resultados del informe muestran que la utilización de vainas de escambrión da buenos resultados en la alimentación de rumiantes, aunque con poca diferencia, las cabras ofrecen una mejor respuesta.

Lic. Sobeyda Alvarez.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Indice de cuadros.....	x
	Indice de anexos.....	xi
1.	INTRODUCCION.....	1
2.	MATERIALES Y METODOS.....	3
3.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	5
4.	CONCLUSIONES.....	8
5.	RECOMENDACIONES.....	9
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	10
7.	ANEXOS.....	12

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Composición química de los ingredientes (Base Seca).....	3
2.	Formulación de las dietas.....	4
3.	Composición química de las dietas.....	5
4.	Composición química del rechazo.....	5
5.	Comparación de dietas para ambas especies.....	6

INDICE ANEXOS

Anexo

1. Alimento ofrecido, rechazado y consumido (kg/día) para cabras con dieta de *Acacia pennatula* y ovejas con harina de soya..... 12
2. Alimento ofrecido, rechazado y consumido (kg/día) para cabras con dieta de harina de soya y ovejas con *Acacia pennatula* 12
3. Coeficientes de variación (%) de los componentes químicos de las dietas..... 13
4. Coeficientes de variación (%) de las variables experimentales..... 13

1. INTRODUCCION

Acacia pennatula (Schlech. & Cham.) Benth es un árbol cuyas vainas se utilizan como alimento para rumiantes. En América se encuentra desde México hasta Colombia y Venezuela y en Honduras en los valles interiores como Morocelí, Comayagua, Otoro y Aguán. En México es considerada como invasora y es conocida como Muisache, y como Surespino en Guatemala y Escambrión en Honduras (Hughes *et al.*, 1985).

Pertenece a la familia de las leguminosas y crece entre 300 – 2000 msnm. Es un árbol pequeño de hasta 10 metros de altura, normalmente con un tronco corto de 3 a 4 m, y una copa ancha y plana. Posee espinas cortas y vainas de color café. Tiene la capacidad de rebrotar fuertemente. Florece entre febrero y marzo y las vainas se recolectan en enero y febrero del año siguiente (Torres, 1983).

El género *Acacia* comprende alrededor de 500 especies la mayor parte de origen australiano. Es portador de factores antinutricionales como los taninos que forman complejos con las proteínas y carbohidratos del alimento, así como con las enzimas digestivas, reduciendo su digestibilidad y actividad respectivamente (Torres, 1983). En rumiantes su efecto es menor ya que son destruidos en su mayoría durante la fermentación ruminal, aunque sí afectan la palatabilidad (Maynard, *et al.*, 1981).

La digestibilidad de un alimento indica la proporción de éste que no es excretado con las heces y que se supone ha sido absorbida por el organismo (McDonal, 1975). Generalmente se habla de digestibilidad aparente, debido a que en el rumiante también hay que considerar la energía producida en el rumen y que se pierde en el eructo y la proteína contenida en enzimas digestivas y células del revestimiento intestinal.

La digestibilidad de un alimento depende de su composición química, en especial del contenido de fibra. Cuando el nivel de proteína cruda se reduce al nivel de mantenimiento, los animales tienden a hacerse más eficientes en su digestión y aprovechamiento (Maynard, *et al.*, 1981). La digestibilidad es más bien una propiedad del alimento que del consumidor (Londoño, 1993). La diferencia en capacidad de digerir forraje entre cabras y ovejas no es grande y cuando existe, parece depender de la mayor capacidad de selección que tiene la cabra.

Cuando se ha comparado la digestibilidad de una dieta en cabras y ovejas los resultados han sido variables. En una dieta con heno de alfalfa con 16.2% de proteína cruda (PC) y 26.9% de fibra cruda, Maynard *et al.* (1981) encontraron que la digestibilidad de la proteína cruda fue mayor en la cabra. Lavania y Murdia (1998) alimentaron *ad libitum*

seis ovejas y seis cabras con paja de beersem (*Trifolium alexandrinum*) por 20 días y encontraron que la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y extracto etéreo fueron similares mientras que la digestibilidad de la fibra neutro detergente fue mayor en la oveja.

Con una dieta de *Leucaena leucocephala*, *Combretum aculeatum* y sorgo las cabras ingirieron menos materia seca, pero digirieron más materia orgánica que las ovejas (Bosma y Bicamba, 1997). Murugan y Rachavang (1994) evaluaron la cáscara de cacahuete y la semilla de algodón encontrando que el consumo de materia seca fue superior en ovejas, pero la digestibilidad fue mayor en cabras.

Basados en lo anterior se propuso realizar una investigación en Zamorano, la cual tuvo como objetivo evaluar y comparar consumos, digestibilidad de materia orgánica y de fibra neutro detergente y el balance nitrogenado de dos dietas a base de heno y melaza, una suplementada con *A. pennatula* y la otra con harina de soya, en cabras y ovejas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Sección de Nutrición Animal de Zamorano, a 32 km al sudeste de Tegucigalpa, a una altura de 800 msnm y con una temperatura promedio anual de 24°C.

Se utilizaron cinco corderos castrados y descolados cruzados Blackbelly × Katahdin, con un peso promedio de 33 kg; y cinco cabras machos enteros de la raza alpina francesa, con un peso promedio de 40 kg. Los animales fueron desparasitados ocho días antes del inicio del experimento con Ivercen – 10[®], y colocados en forma aleatoria en jaulas metabólicas de 1.2m x 0.8 m, provistas de su respectivo bebedero, comedero, salitrero y embudo para recolección de orina. Se pesaron al inicio y al final del ensayo y se les colocó una bolsa recolectora de heces.

Se usaron dos dietas a base de heno de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y 10% de melaza suplementadas con harina de soya (46 % PC) o vainas molidas de *A. pennatula* (10.8 % PC), para llevarlas a 10% de proteína; alimento, sales minerales y agua fueron ofrecidos *ad libitum*. En el Cuadro 1 se indica la composición química de los distintos ingredientes utilizados y en el Cuadro 2 la formulación de las dietas.

Cuadro 1. Composición química de los ingredientes (Base Seca).

Ingrediente	Materia Seca %	Cenizas %	FND %	PC %	DIVMO %	ED Mcal/kg
<i>A.pennatula</i>	87.40	5.00	46.73	10.79	49.34	1.94
Heno	89.80	8.87	64.13	8.05	55.00	
Harina soya				46.00		

Los ingredientes fueron molidos en un molino de martillos y mezclados en una mezcladora horizontal cada 8 días. Tanto las cabras como las ovejas recibieron ambas dietas. El experimento se dividió en dos etapas: en la primera las cabras se alimentaron con la dieta que contenía *A. pennatula* y las ovejas con la dieta que contenía harina de soya; antes de comenzar la siguiente segunda etapa donde se cambió la dieta en las especies, los animales fueron sacados de las jaulas metabólicas a pastoreo por ocho días. En la segunda etapa del experimento (cabras con dieta que contenía harina de soya y ovejas con dieta que contenía *A. pennatula*) el periodo de adaptación se alargó a 21 días por el bajo consumo y alta variación de las cabras, no siendo así en la primera etapa (Anexos 1 y 2).

La determinación de la digestibilidad de cada dieta requirió 23 días: del día 1 al 14 para adaptación, del día 15 al 21 para medición y muestreo del consumo y rechazo y del día 17 al 23 para medición y recolección de heces y orina.

Durante el periodo de adaptación se varió la oferta del alimento hasta obtener un rechazo estable del 15%. Durante el período de recolección, diariamente de cada animal se tomó una muestra del 10% del ofrecido y del rechazo; al final del periodo de recolección se sacó una muestra homogénea para su análisis. De las heces y la orina se tomó una muestra equivalente al 20%. Las heces fueron depositadas en bolsas de papel y secadas en un horno a 105° C por 72 horas.

Cuadro 2. Formulación de las dietas.

Ingrediente,%	Dieta 1	Dieta 2
Heno	83	43
Soya	7	-
<i>Acacia pennatula</i>	-	47
Melaza	10	10

Para recolectar la orina se colocó bajo cada jaula un plástico en forma de embudo. La orina se filtró con una tela metálica para retener partículas de heces o alimento y se guardó en frascos con 100 ml de ácido clorhídrico al 20% para evitar la volatilización del nitrógeno; las muestras se guardaron a - 4 °C.

En el alimento ofrecido se determinó la digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO; Menke y col.,1975) y en el alimento ofrecido, rechazado y heces se determinó Materia seca (MS) por secado a 105°C por 24 horas (AOAC, 1990), Materia orgánica (MO) por incineración a 508°C por 3 horas (AOAC, 1990), Proteína cruda, por Kjeldahl (AOAC, 1990), Fibra neutro detergente (FND; Goering y Van Soest,1971). En la orina se determinó el nitrógeno total, por Kjeldahl.

El diseño estadístico utilizado fue un factorial 2x2 (dos dietas y dos especies) que fue evaluado con un análisis de varianza (ANDEVA) en el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1996).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso inicial de los animales se mantuvo a lo largo de las dos etapas del experimento. El análisis estadístico mostró interacción entre dieta y especie solamente para el consumo de MS y el balance nitrogenado.

La composición química de las dietas ofrecidas se muestran en el Cuadro 3, en donde los promedios resultantes tuvieron baja variabilidad (Anexo 3). La dieta con *A. pennatula* tuvo un menor contenido de PC y FND, pero mayor de MO. Ambas dietas tuvieron DIVMO similar.

Los animales ejercieron selección en las dietas. En las cabras hubo mayor selección de harina de soya, reflejado esto en la composición del rechazo (menor proteína y mayor FND); mientras que con la dieta de *A. pennatula* no hay tanta diferencia con lo ofrecido (Cuadro 4). En ovejas la tendencia fue a seleccionar la harina de *A. pennatula* y la de soya, dejando un rechazo con 70% de FND.

Cuadro 3. Composición química de las dietas.

Dieta	Materia Seca %	Cenizas %	P C %	FND %	DIVMO %
H. soya	90.7	10.4	10.8	65.9	51.0
A. <i>pennatula</i>	90.0	8.3	8.6	59.6	52.0

PC = Proteína Cruda; FND = Fibra Neutro Detergente; DIVMO = Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

Cuadro 4. Composición química del rechazo.

Especie / dieta	MS %	Cenizas %	PC %	FND %
Ovejas/ H. Soya	92.25	6.66	5.28	71.82
Ovejas/ <i>A. pennatula</i>	91.93	5.46	5.99	70.85
Cabras/ H. Soya	92.87	5.06	4.13	73.20
Cabras/ <i>A. pennatula</i>	91.12	8.81	7.80	69.98

De acuerdo a la literatura puede esperarse un consumo de más del 3 % del PV en ovejas y de más del 4% en cabras (Vélez, 1993), en este estudio la dieta con *A. pennatula* tuvo consumos de alrededor de 4% (en ambas especies) mientras que la de soya fue de 2 % (cabras) y 3.4% del PV (ovejas). En conclusión, el consumo de materia seca de las dietas fue bueno (Cuadro 5), excepto en el caso de la dieta con harina soya por las cabras, esto se debe probablemente a la baja palatabilidad de la dieta por el alto contenido de heno.

Cuadro 5. Comparación de las dietas para ambas especies.

	Harina soya		<i>A. pennatula</i>	
	Cabras	Ovejas	Cabras	Ovejas
Consumo MS, g/Kg PV	20a	34b	41a	39a
Digestibilidad MO, %	57a	60a	55a	50b
Consumo MOD, g/kg PM	15a	27b	28a	22b
Digestibilidad FND, %	52a	61b	42a	35b
Balance N, g/animal/día	11a	52b	21a	8b

MS = Materia Seca; PV = Peso Vivo; MO = Materia Orgánica; MOD = Materia Orgánica Digerible; PM = Peso Metabólico; FND = Fibra Neutro Detergente.

Valores para las especies en cada dieta con igual letra no difieren significativamente ($P < 0.05$)

En el caso de la dieta con harina de soya las ovejas tuvieron un consumo de MOD en base al peso metabólico superior al de las cabras ($P < 0.0001$). En el caso de la dieta con *A. pennatula* el consumo de MS fue similar entre especies, aunque el de MOD fue 21% mayor en las cabras debido a su mayor digestibilidad de la MO. Los consumos de MOD de las cabras con dieta de soya y de las ovejas con dieta de *A. pennatula* fueron muy bajos y posiblemente no llenarían los requerimientos de energía digerible de mantenimiento (29 g/kg PM).

La mayor capacidad de las cabras de digerir la materia orgánica del forraje que otros rumiantes, es un punto bastante controvertido (Vélez, 1993). Así Brown y Johnson (1985) (Citado por Vélez, 1993) en una dieta con 65% paja de trigo, encontraron una digestibilidad de MS de 57% en ovejas y de 52% en cabras. Igualmente Carvalho y Bueno (1987) (Citado por Vélez, 1993) con una dieta de 95% de pasto elefante y 5% de hoja de yuca, encontraron una digestibilidad de MO de 68.5% y 70.2% en cabras y ovejas respectivamente. Bosma y Bicamba (1997) en una dieta con *Leucaena*, *Combretum* y sorgo encontraron que las cabras consumieron menos MS pero la digestibilidad de MO fue igual.

En este estudio, la digestibilidad de la MO de la dieta con harina de soya fue similar en ambas especies, a pesar del menor consumo de MS en cabras; mientras que para la dieta con *A. pennatula* la digestibilidad de la MO fue mayor en el caso de las cabras ($P < 0.01$) a pesar de iguales consumos de MS.

La digestibilidad de FND en la dieta con harina de soya fue mayor en ovejas ($P < 0.001$), mientras que en la dieta con *A. pennatula* fue mayor en las cabras. Lavania y Murdia (1998) en paja de *Trifolium alexandrinum* encontraron que la digestibilidad de la FND fue mayor en la oveja al igual que la dieta con harina de soya.

En la dieta con *A. pennatula* la menor digestibilidad de MO y FND en ovejas posiblemente se explica por los taninos que contienen las vainas que forman el 47% de la ración; mientras que las cabras parecen haber desarrollado un mecanismo para tolerar

presencia de taninos traduciéndose en mayor digestibilidad. Kumar y Vaithiyathan (1990) señalan actividad bacteriostática y bactericida y de inactivación de celulasas y proteasas de los taninos. Baumann *et al.* (1997) estudió el efecto de los taninos sobre la sobrevivencia de *Clostridium perfringes* en el intestino de ovejas.

El balance nitrogenado de la dieta con *A. pennatula* fue mayor en cabras que en ovejas (21 y 8 g/día, respectivamente) mientras que en la dieta de soya resultó al contrario (11 y 52 g/día, respectivamente). El balance nitrogenado en ovejas con la dieta de soya fue excesivamente alto, si lo comparamos con datos de nitrógeno retenido con dietas con diferente contenido de taninos, a base de leguminosas y gramíneas mezcladas (Woodward y Reed, 1997). Ellos reportaron valores de 3 a 24 g N/día en cabras contra 6 a 18 g N/día en ovejas; en todos los tratamientos las cabras tuvieron mayor retención de N coincidiendo con los resultados del presente estudio. Sin embargo, cabe señalar que los coeficientes de variación de este experimento fueron altos (Anexo 4) y esto dificulta la interpretación de resultados.

4. CONCLUSIONES

1. *Acacia pennatula* tiene altos consumos de materia seca (4% del peso vivo) indicando que tiene buena palatabilidad.
2. Su contenido de proteína cruda es de 10.8 % y su balance nitrogenado es de 21 g N/día en cabras y 8 g N/día en ovejas.
3. La digestibilidad de la materia orgánica es de 50 % en ovejas y 55 % en cabras; mientras que la digestibilidad de la fibra neutro detergente es relativamente baja (35 y 42 % para ovejas y cabras, respectivamente).
4. Las cabras aprovechan mejor que las ovejas alimentos que contienen taninos.
5. *Acacia pennatula* representa una buena fuente de suplementación proteica en la alimentación de rumiantes, especialmente cabras.

5. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el efecto de *Acacia pennatula* sobre la producción de leche y carne.
2. Determinar el contenido y tipos de taninos en *A. pennatula*.
3. Estudiar la velocidad de fermentación ruminal *in vitro* de *A. pennatula* en diferentes sustituciones de una dieta base.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990. Official methods of analysis (13th Ed.). Association of official analytical chemists, Washington, D.C.
- BAUMANN, M; WOLFGAN, M. y GREILING J. 1997. Effect fodder plants containing tannin on clostridia flora in the intestine of sheep. Animal Research and Development. Institute for Scientific Co-operation, Tubingen, Federal Republic of Germany. 45:73-81.
- BOSMA, R. y BICAMBA, M. 1997. Effect of addition of leaves from *Combretum aculeatum* and *Leucaena leucocephala* on digestion of *Sorghum* stover by sheep and goats. Small Ruminant Research. 23(2-3)91-98.
- GOERING, H. K. y VAN SOEST, J. 1971. Forage fiber analysis. U.S. Department of Agriculture. Handbook 379. Washington, D.C. EE. UU. 20p.
- HUGHES, C ; OCHOA, O ; VIDES, O. 1985. Actas de los simposios sobre Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y Recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. Especies nativas con potencial para la producción de leña en Centroamérica. ESNACIFOR / COHDEFOR, Honduras. 91 – 114 p.
- LAVANIA, P. y MURDIA, P. 1998. Voluntary intake, nutrients digestibility and rate of passage of berseem straw in sheep and goats. Indian Journal of Animal Nutrition. 15 (2). June. 100 – 103.
- LONDOÑO, F. 1993. Fundamentos de alimentación animal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 182 p.
- MARTINEZ, H. 1985. Actas de los simposios sobre Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y Recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva. El problema de la leña en las zonas secas de América Central: necesidades de investigación y Producción de leña en las zonas secas de Guatemala. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 77 - 89 p.
- MAYNARD, L ; LOOSLI, J ; HINTZ, H ; WARNER, R. 1981. Nutrición animal. Trad. por Alfonso Ortega Said. México, México. 640 p.
- McDONALD, P. 1975. Nutrición Animal. Zaragoza, España. 462 p.

- MENKE, J.; RAAB, L.; SALEWSKI, H.; STEINGASS, H.; FRITZ, D. y SCHNEIDER, W. 1975. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuff from gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*. 93:217-222.
- MURUGAN, M. y RACHAVANG, G. 1994. Comparative utilization of groundnut hull and cotton seed hull in sheep and goats. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 11 (2). 113 – 116.
- KUMAR, R. y VAITHIYANATHAN, S. 1990. Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 30:21-38.
- TORRES, J. 1983. Contribución al conocimiento de las plantas tánicas registradas en Colombia. Universidad Nacional de Bogotá, Colombia. 180 p.
- S.A.S. 1996. S.A.S. User's guide: Statistics. S.A.S. Inst., Inc., Cary, NC.
- VELEZ, M. 1993. Producción de cabras y ovejas en el trópico. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 174 p.
- WOODWARD, A y REED, D. 1997. Nitrogen metabolism of sheep and goats consuming *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. *J. Anim. Sci.* 75:1130-1139.

Anexo 3. Coeficientes de variación (%) de los componentes químicos de las dietas.

Dieta	Materia Seca	Cenizas	PC	FND	DIVMO
H. soya	1	6	4	9	8
A. pennatula	1	7	3	1	6

PC= Proteína Cruda; FND = Fibra Neutro Detergente; DIVMO = Digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

Anexo 4. Coeficientes de variación (%) de las variables experimentales.

	Cabras		Ovejas	
	H. soya	A. pennatula	H. soya	A. pennatula
Consumo MS	29	20	19	23
Digestibilidad MO	17	12	9	20
Consumo MOD	37	22	22	29
Digestibilidad FND	22	22	8	41
Balance Nitrógeno	150	22	29	264

7. ANEXOS

Anexo 1. Alimento ofrecido, rechazado y consumido (kg/día) para cabras con dieta de *Acacia pennatula* y ovejas con harina de soya

Cabras	Día 1			Día 2			Día 3			Día 4			Día 5			Día 6			Día 7		
	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo
1	2,05	0,315	1,735	2,05	0,345	1,705	2,05	0,255	1,795	2,20	0,380	1,820	2,20	0,470	1,730	2,20	0,460	1,740	2,00	0,395	1,605
2	2,10	0,625	1,475	1,80	0,425	1,375	1,80	0,420	1,380	1,80	0,510	1,290	1,60	0,580	1,020	1,60	0,360	1,240	1,40	0,225	1,175
3	2,10	0,455	1,645	2,10	0,490	1,610	2,10	0,320	1,780	2,30	0,385	1,915	2,40	0,750	1,650	2,30	0,410	1,890	2,30	0,390	1,910
4	3,52	0,850	2,670	3,52	0,730	2,790	3,71	0,755	2,955	3,52	0,950	2,570	3,52	1,115	2,405	3,52	0,930	2,590	3,52	0,870	2,650
5	2,20	0,440	1,760	2,20	0,385	1,815	2,20	0,290	1,910	2,30	0,510	1,790	2,30	0,415	1,885	2,30	0,455	1,845	2,30	0,510	1,790
Ovejas																					
1	1,80	0,470	1,330	1,80	0,33	1,47	1,80	0,395	1,405	1,80	0,310	1,490	1,80	0,385	1,415	1,80	0,540	1,260	1,60	0,285	1,315
2	1,48	0,215	1,265	1,48	0,23	1,25	1,48	0,235	1,245	1,48	0,255	1,225	1,48	0,230	1,250	1,48	0,245	1,235	1,48	0,245	1,235
3	1,66	0,265	1,395	1,66	0,26	1,40	1,66	0,290	1,370	1,66	0,270	1,390	1,66	0,300	1,360	1,66	0,295	1,365	1,66	0,295	1,365
4	1,80	0,355	1,445	1,80	0,37	1,43	1,80	0,510	1,290	1,60	0,390	1,210	1,50	0,340	1,160	1,40	0,260	1,140	1,40	0,265	1,135
5	1,50	0,220	1,280	1,60	0,29	1,31	1,60	0,295	1,305	1,60	0,300	1,300	1,60	0,485	1,115	1,60	0,400	1,200	1,40	0,325	1,075

Anexo 2. Alimento ofrecido, rechazado y consumido (kg/día) para cabras con dieta de harina de soya y ovejas con *Acacia pennatula*.

Cabras	Día 1			Día 2			Día 3			Día 4			Día 5			Día 6			Día 7		
	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo	Ofrecido	Rechazo	Consumo
1	1,55	0,215	1,335	1,65	0,360	1,290	1,50	0,280	1,220	1,50	0,240	1,260	1,50	0,230	1,270	1,50	0,235	1,265	1,50	0,215	1,285
2	1,20	0,130	1,070	1,40	0,705	0,695	0,80	0,275	0,525	0,60	0,075	0,525	0,80	0,245	0,555	0,90	0,160	0,740	0,90	0,145	0,755
3	1,00	0,160	0,840	1,00	0,340	0,660	0,70	0,160	0,540	0,60	0,075	0,525	1,10	0,175	0,925	1,10	0,205	0,895	1,10	0,245	0,855
4	1,90	0,300	1,600	1,90	0,270	1,630	1,90	0,360	1,540	1,90	0,535	1,365	1,90	0,545	1,355	1,90	0,325	1,575	1,90	0,490	1,410
5	1,40	0,300	1,100	1,30	0,340	0,960	1,10	0,260	0,840	1,00	0,225	0,775	1,10	0,280	0,820	0,80	0,160	0,640	1,10	0,225	0,875
Ovejas																					
1	2,00	0,415	1,585	1,90	0,310	1,590	1,90	0,370	1,530	1,90	0,260	1,640	2,00	0,355	1,645	2,00	0,365	1,635	2,00	0,390	1,610
2	2,10	0,555	1,545	2,00	0,427	1,573	2,10	0,547	1,553	2,10	0,435	1,665	2,10	0,855	1,245	1,70	1,105	0,595	1,80	0,840	0,960

