CONFERENCIA N° 08

PRESENTE Y FUTURO DEL USO DE LEGUMINOSAS DEL BOSQUE SECO Y MUY SECO TROPICAL EN ALIMENTACIÓN DE CABRAS

Gustavo Nouel Borges

Unidad de Investigación en Producción Animal (UIPA), Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Tarabana, Estado Lara, Venezuela.

gustavonouel@ucla.edu.ve

Maracaibo, septiembre de 2008

La producción caprina, en la última década, ha recuperado interés a nivel nacional, específicamente en el área centroccidental y occidental de Venezuela; motivados por los altos niveles productivos de animales mejorados (de origen Canario, español continental, Saanen, Alpinos y/o Nubios), por el poco espacio requerido para su explotación y por la menor inversión requerida para iniciar la actividad productiva. Otro grupo de caprinos de interés creciente, en la misma región, es el destinado a la producción cárnica, con el mestizaje con animales Boer a la vanguardia. Este interés y desarrollo de sistemas de producción intensificados, manejados en confinamiento parcial y/o total, ha comenzado a demandar alternativas para alimentar estos animales, de altos requerimientos de nutrimentos, de manera sustentable.

La cabra es un herbívoro rumiante, que demanda el uso de gramíneas, leguminosas, minerales, complementos energéticos y proteínicos para satisfacer la demanda de un complejo grupos de nutrimentos que servirán para permitir la producción sostenida de leche por períodos de 180 a 220 días, recuperar peso y poder preñarse para una nuevo parto y lactancia en el menor tiempo posible. Esto significa que una cabra lechera demandará una gran cantidad de sustancias en un corto período de tiempo, lo que significa que requerirá de una alta calidad dentro de los componentes de la ración.

Una cabra lechera saludable debe recibir, en promedio, de un 60 a un 70 % de su ración bajo la forma de forrajes (frescos y/o preservados.-heno o silo.-), el resto ha de ser una mezcla balanceada y ajustada a sus requerimientos de concentrados energéticos, proteínas de baja degradabilidad, minerales y vitaminas. Esto significa que la mayoría de los elementos a ofrecer, y por los cuales se debe tener más cuidado en mantener su calidad, están relacionados con vegetales cultivados del tipo gramíneas, leguminosas u otras, que ofrecerán al animal energía y proteína de calidad para nutrir fundamentalmente a sus microbios asociados en el ecosistema del rumen. La cabra no los digerirá directamente, solo ofrecerá las condiciones para su aprovechamiento, y recibirá a cambio desechos

de gran calidad para convertirlos en nutrientes esenciales (proteína microbiana y ácidos grasos volátiles).

Entonces las leguminosas representarían una fuente económica de suplir proteínas de calidad a los microbios y al animal mismo.-sobre-pasante.-, además algunas de ellas pueden ofrecer cantidades importantes de energía en sus vainas (almidones y/o azúcares) y de minerales esenciales. Estas plantas (arbóreas, arbustivas o herbáceas) son capaces de fijar nitrógeno del aire y convertirlo en proteína, a niveles realmente elevados (Tabla 1), muy superiores a los que se obtienen de las leguminosas de grano (de mayor valor biológico para humanos, aves y cerdos).

Tabla 1. Producción de Proteína Cruda de arbustivas y arbóreas perennes (*Acacia spp., Pithecellobium spp, Prosopis spp*.) vs leguminosas de grano.

Kg MS/ha/año Aprovechable	***Kg PC/ha/año mínimo***	***Kg PC/ha/año máximo***
Forrajeras Sin riego (20 a 25 % de PC)		
3000 (hojas y/o vainas)	600	**750**
12000 (hojas y/o vainas)	2400	**3000**
Forrajeras Con riego (20 a 25 % de PC)		
15000 (hojas y/o vainas)	3000	**3759**
25000 (hojas y/o vainas)	5000	**6250**
Leguminosas de grano manejo intensivo (42 a 44 % PC)		
2500 (Grano)	1050*	**1100***
3500 (Grano)	**1470***	**1540***

Cálculos propios sobre información personal del Prof. José Rincón González. *: Pueden lograrse dos ciclos por año, a un costo elevado debido al uso de riego y alta mecanización.

Leguminosas nativas del bosque seco tropical y del semiárido de los estados Lara y Falcón que han sido estudiadas en la Unidad de Investigación en Producción Animal (UIPA) son: Chiquichiqui (*Cassia tora*), Sierra Iguana (*Acacia tamarindifolia*), Cujicillo (*Mimosa triana*), Caudero (*Mimosa arenosa* y *Mimosa caudero*), Carbonero o Tiamo (*Acacia polyphylla* o *glomerosa*), Espinillo (*Parkinsonia aculeata*), Uveda o Cují Negro (*Acacia macracantha*), Bolsa de Gato (*Diphysa carthaginesis*), Platanico (*Cassia emarginata*), Uña de Gato (*Pithecellobium dulce*), Cují (*Prosopis juliflora*) y el *Haematoxylum brasiletto,* varias de estas plantas se pueden apreciar en las secuencias de fotos del 1 al 4. Sobre estas especies se ha realizado caracterización de nutrientes, compuestos secundarios, mediciones de crecimiento, germinación y/o supervivencia en campo sin uso de riego. Además, de las más promisorias se han realizado y realizan trabajos de incorporación y/o aprovechamiento de sus hojas o vainas en raciones para rumiantes menores (caprinos y ovinos).

Las tablas 2, 3 y 4 presentan los valores de composición de hojas, frutos (vainas) y/u hojas preservadas en melaza (ensiladas) de las leguminosas con mayor potencial como forrajes a ser usadas en pequeños rumiantes. Estas plantas crecen de manera espontánea en las zonas áridas y semiáridas de Lara, Falcón y Zulia, son consumidas por los animales en pastoreo mientras su capacidad de ramoneo lo permita (altura), pudiendo hasta subir a las ramas de los árboles para aprovecharlas. Se aprecia que las hojas de estas plantas pueden proveer de 19 a 35 % de Proteína Cruda (% nitrógeno total x 6,25), con lo cual se cubre con creces los requerimientos de este nutriente para cabras de mediana a alta producción.

El contenido de pared celular varía mucho, entre especies y dentro del estado fisiológico donde se ha cosechado la hoja (34 a 73 % de fibra insoluble en detergente neutro.-FIDN.-), con valores menores del 50 % y superiores al 20 % de fibra insoluble en detergente ácido (minerales, celulosa y lignina.-FIDA.-); esto trae como consecuencia que las hojas de leguminosas estudiadas posean entre 7 y 44

% de hemicelulosa, permitiendo un alto potencial para ser digerida y aprovechada como fuente de energía por los microbios del rumen.

Especies como la *Acacia glomerosa* (Tiamo) han resultado en una digestibilidad (real) superior a especies explotadas masivamente, como la *Leucaena leucocephala* (Yépez *et al.*, 2004) con 79,83 % de digestibilidad de la Materia orgánica y 83,19 % de la pared celular, en raciones que contenían de 18 a 37 % de hojas de la leguminosa, manteniendo consumos similares de la mezcla de alimentos ofrecidos.

El uso de la *Acacia glomerosa* (tiamo) y el *Pithecellobium dulce* (Uña de Gato) en raciones para cabras ha permitido lograr ganancias de peso entre 40 y 160 g/cabritona/día cuando se les incluye de un 36 a un 54 % de las raciones, se usa melaza en un 15% y se completa con forraje de baja calidad (3% de PC); manejados en confinamiento total.

Un aspecto muy variable y poco estudiado en estas leguminosas es su contenido de compuestos secundarios, cuyos efectos sobre los mamíferos son muy diversos, adversos o positivos; inicialmente se han determinado polifenoles totales (PT), taninos totales (TT) y fenoles simples (FS) en las especies vegetales de interés con gran variabilidad en su contenido, especialmente entre especies y entre estado fenológico.

Sin ser repetitivos, nuestras leguminosas.-nativas o forrajeras.- tienden a poseen limitantes nutricionales asociadas a la presencia de compuestos secundarios (polifenoles, taninos, saponinas, alcaloides, aminoácidos tóxicos, entre otros) que reducen el aprovechamiento de los nutrientes presentes en ellos, haciendo ineficiente el proceso fermentativo en el rumen o afectando la fisiología animal.

En condiciones del ambiente semiárido de Venezuela se encuentran numerosas plantas leguminosas arbóreas y arbustivas con potencial para la alimentación animal, especialmente para caprinos y ovinos, pertenecientes a los

géneros *Prosopis, Acacia, Mimosa* y *Pithecellobium* entre otras (Rincón *et al.*, 2004; Nouel y Rincón, 2005). Se presume que estas plantas pueden contener cantidades significativas de fitoestrógenos o similares, sustentados en trabajos realizados en la UIPA en *Acacia polyphylla*, *Mimosa arenosa* y *Acacia macracantha* en diferentes estados fenológicos, al determinar las cantidades de polifenoles totales, taninos totales, taninos simples e hidrolizables (ver tabla 5).

Los estrógenos de origen vegetal o fitoestrógenos, son compuestos de naturaleza polifenólica similar o coincidente con la de los taninos (lignanos, isoflavonoides flavonoides, y coumestanos), muy frecuentes en fuentes de proteínas como las leguminosas (soya, maní, lentejas, habas, frijoles, alfalfa. tapiramos, frijoles chinos, arvejas) y luego de ser bio-transformados por la flora del tracto gastrointestinal, absorbidos y reciclados vía entero-hepática, en cantidades suficiente pueden tener una alta actividad hormonal y no hormonal, que pueden inhibir la proliferación de algunos tipos de células cancerigenas al actuar sobre receptores estrogénicos, reducción del colesterol total y LDL, y en algunos casos actúan como antioxidantes (FAS, 2002; Setchell, 1998; Wang, 2002; Zdunczyk et al., 2002).

Forbes y Randel (1998) indican que las aminas fenólicas del tipo fenol-amina N-metil-β-fenetilamina, encontrada en Acacias del sur de Texas, como el guajillo (*Acacia berlandieri*), tiene varios efectos negativos en la función reproductiva de los animales; el consumo de estos compuestos reduce la producción de esperma en machos cabríos y además reduce el volumen del eyaculado de los mismos; por otra parte indican que estas sustancias, presentes también en *Acacia rigidula*, reducen significativamente las cantidades de hormona luteinizante, pudiendo llegar a causar falla lueteal en hembras; además, de favorecer el incremento del cortisol circulante reduciendo la capacidad de respuesta ante agentes estresantes actuando negativamente sobre la función inmune del animal.

En testículos de mamíferos adultos se sintetizan estrógenos en las células de Leydig y en las células germinales, produciendo concentraciones relativamente

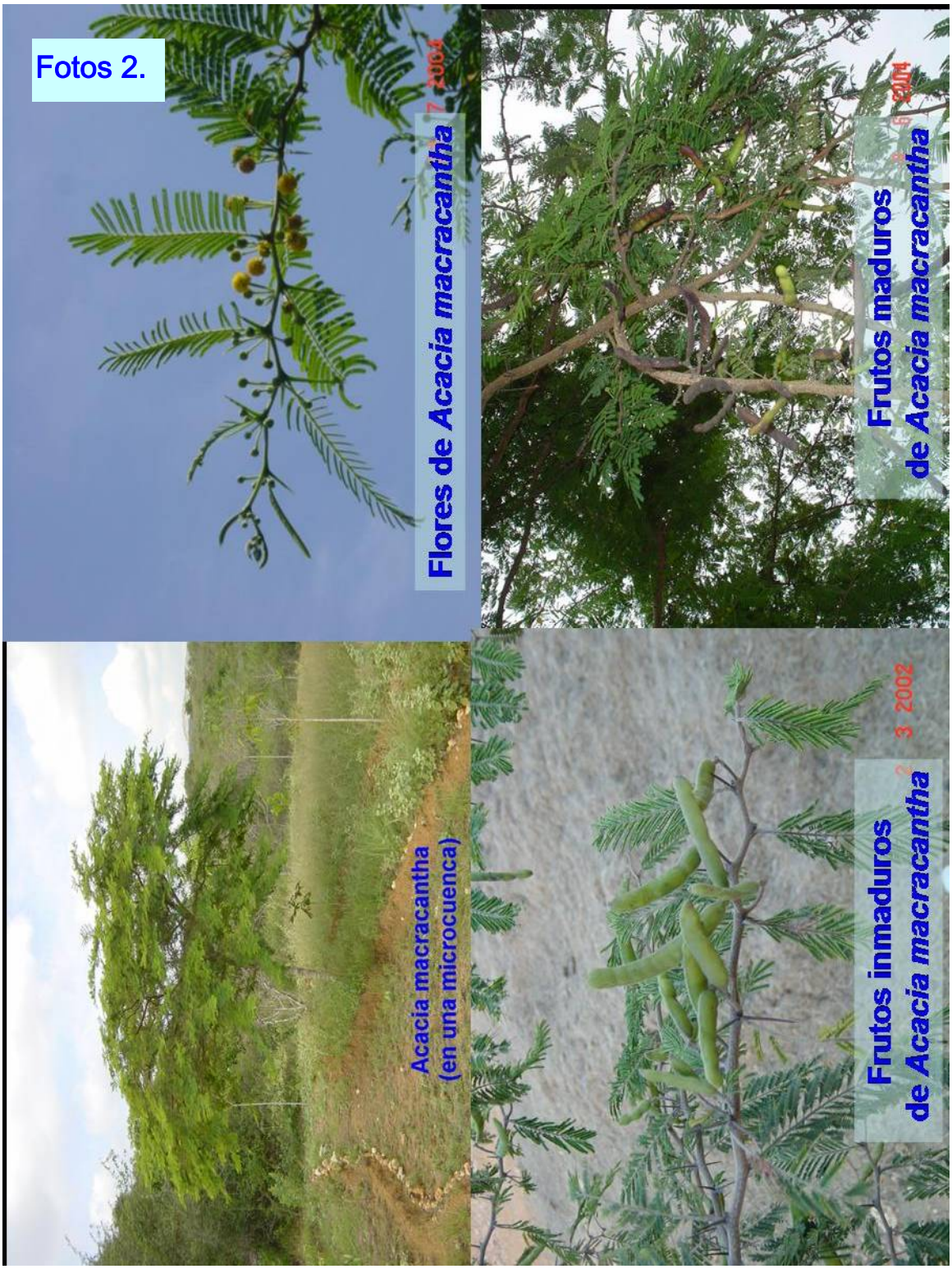
altas en el fluido rete del testículo y en el semen de algunas especies; el testículo, conducto eferente y epidídimo de la mayoría de las especies presentan receptores de estrógeno (RE); como quiera que sea el REα está ausente en pocos, siendo abundante en el epitelio del conducto de cada especie (Hess y Carnes, 2004)

Para aprovechar mejor las leguminosas debemos aplicar correctivos para reducir el impacto de estas limitantes, de modo que debemos aplicar diversas prácticas sencillas como:

- Métodos físicos (calor, irradiación solar, repicado o molido, presión),
- Químicos (uso de álcalis como óxidos e hidróxidos de metales u otros compuestos quelatantes, amoniaco, entre otros),
- Bioquímicos (procesos fermentativos a partir de bacterias o levaduras)
- Combinaciones de los anteriores.

Estos, a bajo costo, incrementan el valor nutritivo de los alimentos tropicales e incrementan la productividad de nuestros animales.

Fotos 1.
Frutos maduros de Pithecellobium dulce
Crecimiento activo de Pithecellobium dulce
Planta joven (18 meses) de Pithecellobium dulce
Planta joven (> 10 años) de Pithecellobium dulce


Fotos 2.
Flores de Acacia macracantha 7 2004
Frutos maduros de Acacia macracantha 2004
Acacia macracantha (en una microcuenca)
Frutos inmaduros de Acacia macracantha 3 2002

Fotos 3.
Hojas de Mimosa arenosa
Frutos de Diphysa cartaginensis
Planta de Mimosa arenosa
Planta de Diphysa cartaginensis

Fotos 4.

Planta de *Acacia polyphylla*
Fructificada, > 5 años de edad

Planta de *Acacia polyphylla*
de 24 meses de edad

Tabla 2. Composición proximal, fibrosa y de compuestos polifenólicos en Acacias tropicales venezolanas

Planta	MS (60ºC)	PC	FIDN	FIDA	Hemicelulosa	Cenizas	PT %	FS %	TT %
Acacia glomerosa, hojas	93,8	20,0	64,9	51,1	13,9	8,66	2,3	0,04	2,3
Acacia macracantha, hojas	88,9	34,3	71,9	56,2	15,8	6,62	13,2	0,03	13,2
Acacia tamarindifolia, hojas	92,5	35,1	73,6	48,9	24,6	4,99	–	–	–
Acacia macracantha, vainas	92,9	13,4	46,1	29,9	16,1	4,25	9,8	0,02	9,7
Hojas frescas de *A. macracantha* ensiladas 55:45 con melaza	82,9	12,4	34,1	27,0	7,1	5,72	12,2	0,02	12,1

Tabla 3. Composición proximal, fibrosa y de compuestos polifenólicos en varias leguminosas tropicales venezolanas

Planta	MS (60ºC)	PC	FIDN	FIDA	Hemicelulosa	Cenizas	PT %	FS %	TT %
Mimosa arenosa, hojas	87,5	21,9	64,6	20,3	44,3		5,1	0,02	5,1
Pithecellobium dulce, hojas	50,5	19,4	70,0	50,7	19,2	–	–	–	–
Vainas de *Prosopis juliflora* ensiladas 50:50 con melaza	78,5	11,1	56,9	41,1	15,8	7,24	–	–	–
Hojas frescas de *Mimosa arenosa* ensiladas 75:25 con melaza	61,1	17,9	47,9	40,4	7,5	–	–	–	

Tabla 4. Composición proximal, fibrosa y mineral de *Haematoxilun y Pithecellobium*

Propiedades Físico-Químicas	*Haematoxylum brasiletto*	*Pithecellobium dulce*
% MS	34,90	44,38
% Cenizas	4,43	10,46
% MO	30,47	33,92
% PC	36,96	20,62
% FND	79,70	64,10
% FAD	38,77	51,28
%Ca	2,33	4,25
%P	0,11	0,19
%K	1,83	0,21
%Na	0,13	0,07
%Mg	0,21	0,006
ppm Cu	48,37	42,28
ppm Fe	409	17
ppm Zn	53,85	58,96
pH	4,68	5,22
%Polifenoles Totales	50,06	8,84
%Fenoles Simples	15,11	4,81
%TaninosTotales	34,96	4,03

Tabla 5. Contenido se compuestos secundarios en tres leguminosas tropicales venezolanas según estado fenológico.

Especie	*Estado Fenológico*	*% Base Seca de Hojas*			
		Polifenoles totales	Taninos Condensables	Taninos totales	Taninos precipitables
A. polyphylla	Crecimiento activo	5,3863 a	0,01630 a	5,2966 a	0,3189 a
	Prefloración	2,9396 b	0,00080 a	2,8723 b	0,1404 b
	Floración	3,0479 b	0,00094 a	2,9967 b	0,1339 b
	Fructificación	2,3481 b	0,00088 a	2,3030 b	0,1280 b
	Probabilidad	0,0008	0,2786	0,009	0,0029
M. arenosa	Crecimiento activo	11,669 a	0,0199 ab	11,583 a	0,4245 b
	Prefloración	7,0456 b	0,000379 b	6,9570 b	0,7050 a
	Floración	5,2238 b	0,000686 b	5,1820 b	0,5145 ab
	Fructificación	5,1148 b	0,0258 a	5,0973 b	0,6032 ab
	Probabilidad	0,0000	0,0061	0,0000	0,0239
A. macracantha	Crecimiento Activo	1,6207 a	0,2193 a	1,1589 a	0,0764 a
	Prefloración	0,9160 b	0,0290 a	0,4895 b	0,0550 b
	Floración	1,6857 a	0,1619 a	1,2158 a	0,0607 b
	Fructificación	0,9614 b	0,0037 a	0,5883 b	0,0367 c
	Probabilidad	0,0000	0,1119	0,0000	0,0000

La producción de material ensilado, todo aquel material vegetal que ha sido picado y repicado a un tamaño de partícula igual o inferior a 2,3 cm, que ha sido mezclado o no con una fuente de carbohidratos solubles (melaza) o de origen amiláceo (almidones) y se almacenan en condiciones de ausencia de aire (anaerobiosis) por periodos mayores a 7 días, con el fin de favorecer la producción de ácido láctico (sustancia preservante que evita el crecimiento de hongos y bacterias), alcanzando pH entre 3,5 y 4,5, con olor avinagrado (un olor rancio indica un mal proceso de fermentación). Un material ensilado puede permanecer sin grandes cambios en su calidad por periodos de 30 hasta 180 días, siempre y cuando no se ponga en contacto directo con el aire. Ha sido una alternativa para contribuir a la atenuación de compuestos secundarios presentes en leguminosas tropicales, a fin de reducir los riesgos de daños fisiológicos en los animales. Dado que las hojas de leguminosas poseen muy poca o nula cantidad de azúcares solubles que permitan una adecuada fermentación para su conservación ensiladas se ha promovido el uso de melaza como fuente de azucares reductores.

Para el *Pithecellobium dulce*: El tratamiento óptimo fue el de 50 % de leguminosa (hojas) y 50 % de melaza, veintiocho días de ensilaje, cuya composición química fue 32,33 % de FAD, 41,67 % de FND, 9,33 % de Hemicelulosa, 15,93 % de PC, 71,48 % de MS, 21,90 % de Cenizas y un pH de 5,32 (Arroyo y Rodríguez, 2003).

La experiencias obtenidas ensilando material vegetal usando melazas de caña de azúcar, indican que la misma tiene un efecto neutralizador de polifenoles y taninos cuando es usada en niveles entre 25 y 50 %, mejorando dicho efecto aun más cuando se seca al sol el material vegetal a ensilar durante 24 a 72 horas, reduciendo el efecto negativo que podrían tener los compuestos secundarios presentes en estas plantas. El material ensilado, proveniente de hojas frescas o deshidratadas parcialmente, puede ser almacenado durante 56 a 112 días sin cambios sustanciales en su calidad y con una mínima pérdida de efluentes, a

diferencia de los silos realizados con gramíneas cuya naturaleza siempre permite pérdidas significativas de efluentes y calidad.

El material obtenido es de olor agradable y fácilmente aceptado y consumido por los rumiantes. Los silos experimentales son de plástico y los pilotos son hechos de adobes y recubiertos de plástico, pudiendo almacenar cantidades variables de mezcla entre 1 y 12 m^3 a un costo muy bajo.

Se debe destacar que en la producción de leche y carne el orden de los factores, o el orden en el cual se ofrecen los alimentos durante el día, si afecta la eficiencia de aprovechamiento de los nutrientes presentes en los mismos. Ya que para aprovechar el uso de energía catalítica (cereales o azúcares), nitrógeno (proteico y no proteico) y de minerales, debe existir suficiente forraje (fresco o preservado) como fuente de fibra, para que los microbios actúen sobre la pared celular y la degraden eficientemente; de otro modo podríamos favorecer procesos de acidificación del rumen (fermentación láctica de almidones) o de timpanismo (alta cantidad de aminas, amidas, pectinas provenientes de hojas frescas de leguminosas) que afectarían negativamente la síntesis de proteína microbiana y balance a ácidos grasos volátiles.

Ahora, ¿cuánto podemos esperar producir en el trópico?, con animales de adecuado mestizaje, apropiado manejo sanitario del rebaño y adecuado uso de los forrajes. Pues bien los niveles de producción con cabras pueden variar entre los 0,15 a los 2,5 litros por cabra por día, con lactaciones entre los 60 y 220 días, lo que significa lactaciones entre 9 y 550 litros. Y en términos de uso eficiente de los forrajes se podrían esperar niveles entre los 1500 y 7750 litros por hectárea año. Variando, este gran rango, debido a la fertilidad natural de los suelos, uso de fertilización, nivel de precipitaciones, uso de riego, uso de especies o variedades mejoradas de forrajes y manejo agronómico de las mismas.

Las propuestas de usar leguminosas preservadas, suplementación mineral y el uso de gramíneas preservadas (henos de gramíneas anuales de ciclo corto, tamo de caña, residuos de maíz o de arroz) han permitido reducir los costos de

alimentación entre un 20 y 35 % por litro de leche, lo que representa entre 0,56 y 0,98 bolívares fuertes de ingreso adicional por litro de leche de cabra; esto significa que diariamente una cabra promedio (1 a 2 lt/día) puede producir o dejar libres entre 0,56 y 1,96 BsF/día, representando 33,6 a 431,2 BsF/ lactación, y 840 a 7595 BsF/ha/año de ingreso adicional por aplicar estas prácticas de alimentación.

En fin, si deseamos ser eficientes productores de carne y leche, debemos ser perseverantes en optimizar la producción y uso de forrajes y/o residuos de cosecha, así como la preservación de los mismos, para ser incorporados en la ración de nuestros animales. Definitivamente, para ser excelentes productores de carne y leche, debemos convertirnos en eficientes agricultores y/o tener la posibilidad de ubicar nuestra explotación en las proximidades de centros de producción agrícolas que generen excedentes de cosechas y/o subproductos agroindustriales. Esto permitirá producir leche de calidad y en cantidad adecuada, pudiendo preñar las cabras u ovejas 3 veces cada dos años, con un uso realmente intensivo y sustentable de las tierras.

Referencias Bibliográficas:

Food Standards Agency (FAS). 2002. Phytoestrogens in the diet. In: Research and Survey Programmes Annual Report 2002. United Kindon pp: 113-117.

Forbes, T. and R. Randel. 1998. Phenolic Amines from Acacias Affect Reproduction in Livestock. Texas A&M Agricultural Research & Extension Centre at Uvalde. 2p

Hess, R., and K. Carnes. 2004. The role of estrogen in testis and the male reproductive tract: a review and species comparison. Anim. Reprod., v.1.n.1, pp:5-30.

Nouel, G. y J. Rincón. 2005. Potencial forrajero de especies arbóreas en el bosque seco tropical. En: Manual de Ganadería de Doble Propósito. Editores: Carlos González-Stagnaro, Eleazar Soto Belloso. Editado por la Fundación

GIRARZ (Grupo de Investigadores de la Reproducción Animal en la Región Zuliana). Maracaibo, Impreso en Ediciones Astro Data S.A. ISBN 980-296-933-8, pp: 208-212

Rincón J., G. Nouel, H. Alvarado y J. Rojas. 2004. Identificación de especies indígenas con el potencial forrajero para cabras en el municipio de Torres del estado de Lara. En: IV Congreso Nacional de Ovinos y Caprinos

Setchell, K. 1998. Phytoestrogens: the biochemistry, physiology, and implications for human health of soy isoflavones. Am. J. Clin. Nutr. 68(suppl): 1333S–46S.

Wang, Li-Quan. 2002. Review. Mammalian phytoestrogens: enterodiol and enterolactone. Journal of Chromatography B, 777: 289–309.

Yépez E., F. F. Villasmil, G. E. Nouel and M. A. Espejo. 2004. Intake and digestibility of Acacia glomerosa and Leucaena leucocephala mixed with ammoniated rice straw in rations for growing goats. Session 1: Rumen Fermentation. Journal of Animal and Feed Sciences. Vol.13(S1):255-258

Zdunczyk, Z., S. Frejnagel, M. Wro´ blewska, J. Jus´ kiewicz, J. Oszmian´ ski, I. Estrella. 2002. Biological activity of polyphenol extracts from different plant sources. Food Research International 35 183–186.