



Archivos de Zootecnia

ISSN: 0004-0592

pa1gocag@lucano.uco.es

Universidad de Córdoba

España

Velázquez, A.J.; González, M.; Perezgrovas, R.; Bórquez, J.; Domínguez, I.
PRODUCCIÓN, DIGESTIBILIDAD Y RENTABILIDAD EN CORDEROS DE DIETAS CON VAINAS DE
ACACIA FARNESIANA

Archivos de Zootecnia, vol. 60, núm. 231, septiembre, 2011, pp. 479-488
Universidad de Córdoba
Córdoba, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49520788037>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

PRODUCCIÓN, DIGESTIBILIDAD Y RENTABILIDAD EN CORDEROS DE DIETAS CON VAINAS DE ACACIA FARNESIANA

PRODUCTION, DIGESTIBILITY AND COST/BENEFIT OF LAMB'S DIETS INCLUDING ACACIA FARNESIANA PODS

Velázquez, A.J.^{1*}, González, M.¹, Perezgrovas, R.², Bórquez, J.¹ y Domínguez, I.¹

¹Departamento de Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario número 100. Toluca. Estado de México. México.

*jorgevelazqueza@yahoo.com.mx

²Instituto de Estudios Indígenas. Universidad Autónoma de Chiapas. Estado de México. México.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Leguminosas arbóreas. Consumo. Ganancia de peso. Lana. Taninos.

ADDITIONAL KEYWORDS

Legume-trees. Consumption. Weight gain. Wool. Tannins.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el uso de vainas de *Acacia farnesiana* en la alimentación de ganado lanar se hizo un experimento con corderos de raza Chiapas en crecimiento, que recibieron dietas (T) isoproteínicas con diferentes niveles de inclusión de vainas: $T_1=0$, $T_2=100$, $T_3=200$, $T_4=300$ y $T_5=400$ g/kg (base seca) elaboradas con rastrojo de maíz, harina de soja, salvado de trigo y mezcla de minerales; se estudió la respuesta productiva, digestibilidad y análisis de beneficio-costo. Se utilizaron corderos en confinamiento y alimentación controlada bajo un diseño completamente el azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones. El contenido de proteína bruta (PB) de las vainas fue de 115,2 g/kg (MS) y de taninos 7,8 g/kg. El consumo voluntario fue mayor ($p<0,05$) en T_4 en relación al grupo control; en tanto la conversión alimenticia y la ganancia diaria de peso fueron similares ($p>0,05$) entre tratamientos. La producción de lana no mostró diferencias ($p>0,05$) en peso del vellón sucio y rendimiento al lavado; no obstante, el crecimiento de lana por unidad de superficie ($mg/cm^2/día$) fue mayor ($p<0,05$) con la inclusión de 200 g/kg en la dieta. No hubo diferencias de digestibilidad de la materia seca y fibras ($p<0,05$), mientras que el beneficio-costo con mayor índice fue T_4 . Se concluye que la inclusión hasta 400 g/kg de vainas de *Acacia farnesiana* en dietas para corderos en crecimiento no disminuye

la respuesta productiva o la digestibilidad, mientras que con 200 g/kg se mejoró el consumo voluntario y el crecimiento de lana, por lo que se puede recomendar su uso para bajar los costos de alimentación.

SUMMARY

Aiming to evaluate the use of *Acacia farnesiana* pods in sheep feeding, an experiment was carried out with growing lambs receiving isoproteininc diets (T) with different inclusion levels of pods: $T_1=0$, $T_2=100$, $T_3=200$, $T_4=300$ and $T_5=400$ g/kg (dry basis) prepared with maize fodder, soybean meal, wheat bran and minerals mix; productive performance, digestibility and cost-benefit analysis were assessed. Fifty lambs of the Chiapas breed were utilized, kept in closed confinement under a controlled feeding regime, using a completely at random design with five treatments and five repetitions. The crude protein content (CP) of pods was 115.2 g/kg (DM) and tannins were 7.8 g/kg. Voluntary intake was higher ($p<0.05$) in T_4 as compared with the control group; feed conversion and average daily gain were similar ($p>0.05$) among treatments. Wool production showed no per unit area ($mg/cm^2/day$) was higher ($p<0.05$) with the inclusion of 200 g/kg of pods in the diet. Dry matter and fiber digestibility showed no

differences ($p<0.05$) among treatments, while the cost-benefit ratio was better for T_4 . It is concluded that the inclusion up to 400 g/kg of *Acacia farnesiana* pods in the diet of growing lambs did not have an effect on their productive response or the digestibility, whereas 200 g/kg improved voluntary intake and wool growth, and thus its use may be recommended to lower food costs.

INTRODUCCIÓN

La identificación de recursos forrajeros regionales a partir de fuentes no convencionales y su evaluación sistemática es una de las premisas centrales del presente trabajo, considerando que pueden ser la base para conformar dietas de bajo costo que refuerzen las estrategias de producción pecuaria en sistemas campesinos en pequeña escala, en los cuales los alimentos balanceados comerciales representan los mayores costos (Arriaga-Jordán *et al.*, 2001). En el Estado de Chiapas, al sur de México, la estación seca restringe la disponibilidad de forrajes; no obstante, los ecosistemas regionales ofrecen fuentes alternativas de alimentos susceptibles de ser aprovechados, como son las vainas de *Acacia farnesiana* que pueden ser utilizadas como fuentes de nutrientes de bajo costo para pequeños rumiantes (Perezgrovas, 1999). Sin embargo, se sabe que esta leguminosa arbustiva contiene taninos, los cuales son agentes antinutricionales (Seigler, 2003) que pueden afectar la respuesta productiva del ganado al disminuir la degradación de la

fibra y la utilización de la proteína en el rumen (Min *et al.*, 2003; Frutos *et al.*, 2004). El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto de las vainas de *Acacia farnesiana*, incorporadas en dietas para corderos en crecimiento, sobre el consumo voluntario, ganancia de peso, producción de lana, digestibilidad y relación beneficio-costo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetativo. Entre febrero y mayo de 2006 se hizo una recolección a granel de vainas de *Acacia farnesiana* en predios rurales del municipio de Teopisca, Chiapas ubicados en la región *Altos de Chiapas* entre los $16^{\circ}15'$ y $17^{\circ}17'$ latitud N, y entre los $91^{\circ}32'$ y $93^{\circ}35'$ longitud O, a una altitud de 1500 a 2400 m sobre el nivel del mar. Esta región tiene clima templado subhúmedo, con época de lluvias de junio a noviembre y de secas de diciembre a mayo (Parra, 1989). Las vainas secas se trituraron, a un tamaño de cuatro milímetros, en un molino de martillos marca Dumex, modelo TH4000 y se guardaron en bolsas de plástico. Las vainas molidas se incluyeron en cinco dietas isoproteínicas (T) para corderos en crecimiento (NRC, 2007) a diferentes niveles: $T_1=0$, $T_2=100$, $T_3=200$, $T_4=300$ y $T_5=400$ g/kg (bs), mezcladas con rastrojo de maíz, harina de soja, salvado de trigo y minerales. Los valores del análisis químico de dietas e ingredientes se tomaron de un

Tabla I. Composición química (g/kg MS) de los ingredientes utilizados en las dietas experimentales. (Chemical composition (g/kg DM) of feedstuffs utilized in experimental diets).

Concepto	MS	PC	FDN	FDA	LAD	CEN	EE	TAN
Vainas de <i>A. farnesiana</i>	896,0	115,2	476,0	373,2	134,0	37,7	17,9	7,8
Rastrojo de maíz	898,2	57,4	658,7	397,0	114,0	32,0	27,1	-
Soya	901,2	476,7	176,5	74,2	59,0	63,8	21,3	-
Salvado	892,5	157,5	508,9	188,3	157,4	54,2	38,9	-

TAN = Taninos.

estudio previo y se presentan en la **tabla I** (Velázquez *et al.*, 2011).

Animales y alimentación. Se utilizaron 50 corderos de la raza Chiapas con peso inicial de $8,9 \pm 1,3$ kg asignados en forma aleatoria a uno de cinco tratamientos. Las unidades experimentales se conformaron con los animales alojados en pares en 25 corraletas de madera dentro de una galera techada por un periodo experimental de 99 días. El alimento se ofreció en dos ocasiones (8:00 y 15:00 h) tras un periodo de adaptación de 7 días; así también tuvieron agua a libre acceso y se incluyeron sales minerales mezcladas en las dietas experimentales. Los animales se desparasitaron en forma rotativa utilizando tres productos a intervalo mensual: closantel (closantil, chinoín, 2 ml/10 kg de peso vivo), albendazole (valbazen, pfizer, 1 ml/10 kg de peso vivo), y abamectina (génesis LA, bio zoo, 1 ml/50 kg de peso vivo).

Respuesta productiva. El consumo voluntario se midió registrando diariamente el alimento ofrecido y rechazado (Allen, 1996). Los corderos se pesaron cada quince días en ayuno por las mañanas. El cálculo de la conversión alimenticia se hizo dividiendo el consumo entre la ganancia de peso (Minson, 1990). En la producción de lana se estudió la longitud de la mecha, peso del vellón sucio, crecimiento de lana por unidad de superficie y calidad del vellón. Para establecer la longitud del mechón, se tomaron muestras de lana de la parte media lateral izquierda de los animales y se guardaron en una tarjeta de cartulina doblada a lo largo. Las muestras se procesaron siguiendo técnicas estandarizadas (Perezgrovas *et al.*, 1997).

A los 37 días de iniciado el experimento se realizó la trasquila con esquiladora mecánica, y se pesó el vellón sucio. Cinco semanas después se obtuvo la primera muestra para los estudios de crecimiento de lana,

Tabla II. Composición química (g/kg MS) de tratamientos (T) con diferentes niveles de inclusión de vainas de *Acacia farnesiana*. (Chemical composition (g/kg MS) of treatments (T) with different levels of inclusion of *Acacia farnesiana* pods).

Ingrediente / Inclusión	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Vainas de <i>Acacia farnesiana</i>	0,0	100	200	300	400
Rastrojo de maíz	795	710	624	538	450
Harina de soja	130	115	101	87	75
Salvado de trigo	50	50	50	50	50
Minerales ¹	25	25	25	25	25
Análisis calculado					
Materia seca (MS)	910	903	914	914	917
Proteína bruta (PC)	117	119	113	113	116
Fibra detergente neutro (FDN)	540	507	562	561	543
Energía metabolizable * (EM, MJ/kg)	9,39	8,93	9,09	8,44	8,13
Cenizas	53	55,5	57,3	56,4	60
Calcio (Ca)	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Fósforo (P)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Taninos (TAN)	0,05	1,2	2,2	2,9	3,6

*EM datos obtenidos de Velázquez *et al.* (2007).

T₁=Control; T₂= 100 g/kg vainas; T₃= 200 g/kg vainas; T₄= 300 g/kg vainas; T₅= 400 g/kg vainas.

¹Minerales incluidos: Ca= 15%; P= 7%; Mg= 0,25%; Zn= 0,45%; Cu= 0,05%; Co= 0,014%; Fe= 0,35%; Yodo= 0,001%.

con máquina trasquiladora realizando un corte sobre la parte media lateral derecha en una superficie aproximada de 100 cm², colocando al animal en decúbito lateral. La superficie recortada se midió con una precisión de 0,5 cm² y se registró en tarjetas de control. La segunda muestra se obtuvo cinco semanas más tarde haciendo un corte sobre la superficie del primer muestreo con la misma técnica. Las muestras individuales se identificaron y se colocaron en bolsas de papel hasta su procesamiento en el laboratorio. La calidad del vellón fue determinada por grupos de mujeres indígenas dos días antes de la trasquila con base en sus conocimientos tradicionales con un método tacto-visual que emplea dedos y nudillos (Perezgrovas, 1998), el cual ha sido estandarizado y forma parte de las variables evaluadas por el programa de mejoramiento genético del borrego Chiapas (Perezgrovas, 2005).

Prueba de digestibilidad. Tres días antes de finalizar el experimento, se obtuvieron muestras de heces del 50% de los corderos y se congelaron a -4°C hasta su posterior análisis. La digestibilidad se determinó según la metodología propuesta

Tabla III. Efecto de dietas con diferentes niveles de inclusión de vainas de *Acacia farnesiana* sobre el consumo voluntario (CV), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) de corderos en crecimiento. (Effect of diets with different inclusion levels of *Acacia farnesiana* pods on voluntary consumption (CV), weight gain (GDP) and feeding efficiency (CA) in growing lambs).

Tratamiento	CV (g/día MS)	GDP (g)	CA (kg)
T ₁	570,4±38,8 ^b	67,2±7,8	7,96±0,88
T ₂	570,4±27,5 ^b	74,8±7,2	7,14±0,75
T ₃	645,6±65,8 ^{ab}	77,8±7,6	7,73±0,69
T ₄	652,8±86,6 ^a	75,8±14,5	8,16±1,36
T ₅	614,6±50,40 ^{ab}	70,2±9,6	8,26±1,32
EEM	3,39	1,39	0,45

^{ab}Medias con distinta literal en la misma columna, son diferentes ($p<0,05$).

EEM= error estándar de la media.

T₁= 0; T₂= 100; T₃= 200; T₄= 300; T₅= 400 g/kg de vainas.

por Van Keulen y Young (1977), mediante la determinación de cenizas insolubles en detergente ácido, utilizando 0,5 g de muestras de heces y alimento. Los datos fueron ajustados

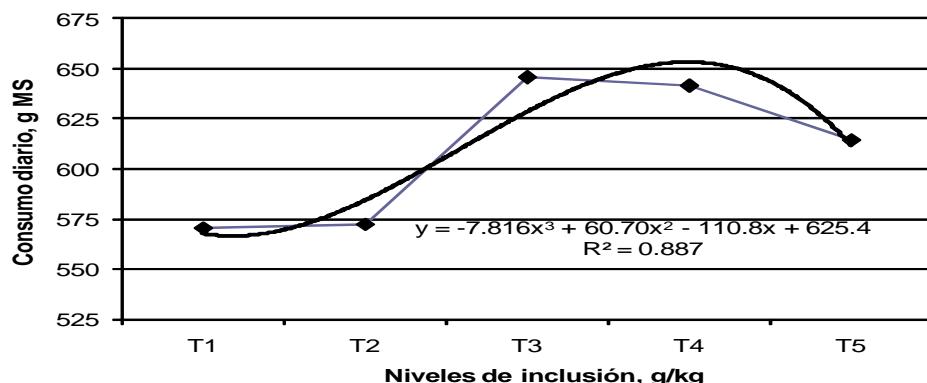


Figura 1. Análisis de regresión del consumo voluntario en corderos alimentados con dietas con diferentes niveles de inclusión de vainas de *Acacia farnesiana*. T₁= control; T₂= 100 g/kg; T₃= 200 g/kg; T₄= 300 g/kg; T₅= 400 g/kg. (Regression analysis of voluntary consumption in lambs supplemented with diets with different inclusion levels of *Acacia farnesiana* pods. T₁= control; T₂= 100 g/kg; T₃= 200 g/kg; T₄= 300 g/kg; T₅= 400 g/kg).

DIETAS PARA CORDERO CON VAINAS DE ACACIA FARNESIANA

tados por las ecuaciones propuestas por Faichney (1975):

$$EF = CV * CIDA (\text{alimento}) / CIDA (\text{heces})$$

$$D = CV - EF / CV$$

Donde:

EF= excreción fecal (kg/día);

CV= consumo voluntario (kg/día);

CIDA= cenizas insolubles en detergente ácido (g/kg);

D= digestibilidad (g/kg).

Análisis beneficio-costo. Se cuantificó el costo de la mano de obra por corte y acarreo de vainas de *Acacia farnesiana* y el costo de los diferentes insumos (rastrojo de maíz, soja, salvado y sales minerales). Para efectos de cálculo, se asignó a cada ingrediente el costo comercial actualizado en la región, aun cuando fueran producidos en las propias instalaciones. El valor de medicamentos, otros materiales y mano de obra asociados al manejo de los corderos se asumió como costo fijo. El índice de la rela-

Tabla IV. Digestibilidad de la materia seca (MS) y fibra detergente neutro (FDN) en corderos alimentados con diferentes niveles (T) de inclusión de vainas de *Acacia farnesiana*. (Digestibility of dry matter (MS) and detergent neutral fiber (FDN) in lambs fed with different inclusion levels of *Acacia farnesiana* pods).

Tratamientos	Digestibilidad (g/kg)	
	MS	FDN
T ₁	528,4±66,7	423,1±43,9
T ₂	518,6±42,5	426,3±53,8
T ₃	518,3±37,9	404,1±55,6
T ₄	516,0±24,9	433,7±26,8
T ₅	516,3±14,4	425,1±8,23
EEM	16,69	16,69

EEM= error estándar de la media.

T₁= 0; T₂= 100; T₃= 200; T₄= 300; T₅= 400 g/kg de vainas.

FDN= Fibra detergente neutro.

ción beneficio-costo se obtuvo a partir de la suma total de beneficios por venta de lana y corderos en pie, sustrayendo la suma total de costos de producción multiplicada por un factor de actualización del 8,5% que corresponde a la inflación reportada por el banco de México en el presente año.

Ánalisis estadístico. El diseño experimental fue completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones (Steel y Torrie, 1980). Se hizo un análisis de regresión para establecer las ecuaciones, los coeficientes de determinación (R^2) para cada una de las variables y la significancia de la prueba. En las variables con significancia ($p<0,1$) se realizó una prueba de medias (Fisher) para ubicar las diferencias y se establecieron líneas de tendencia polinomiales de tercer orden. Los datos fueron procesados con la paquetería minitab V 10.51.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis químico proximal (BS) de las vainas de *Acacia farnesiana* mostró que contienen 115,2 g/kg de PB, 6,82 ml/kg de EM, 896,0 g/kg de MS, 476,0 g/kg de FDN y 7,8 g/kg de taninos (**tabla I**). El contenido nutrimental de los tratamientos incluidos la concentración de taninos se registra en la **tabla II**. Se observó que la proteína aportada por las vainas de *Acacia farnesiana* contribuyó a la proteína bruta de los tratamientos con más del doble de la aportada por el rastrojo de maíz, sustituyendo también una parte importante de la suministrada por la soja.

La respuesta productiva no se vio afectada al utilizar el máximo nivel de vainas en la dieta (400 g/kg) (**tabla III**). Se observó que el consumo voluntario en T₄ fue mayor ($p<0,05$) que el tratamiento control (**figura 1**). García *et al.* (2009) reportaron no haber encontrado diferencias en el consumo de dietas a base de vainas de *Acacia farnesiana* con niveles entre 120 y 240 g/kg en borregos de pelo; no obstante, otros autores mencionan incrementos en el consumo con dietas

Tabla V. Efecto de dietas con diferentes niveles de inclusión de vainas de *Acacia farnesiana* sobre la calidad del vellón (Ca) y longitud de la mecha en fibras largas (FL), fibras cortas (FC) y fibra kemp (K) en corderos en crecimiento. (Effect of diets with different inclusion levels of *Acacia farnesiana* pods on fleece quality (Ca) and staple length in large fiber (FL), short fiber (FC) and kemp fiber (K) in growing lambs).

Tratamiento	Ca (1-4)*	FL (cm)	FC (cm)	K (cm)
T ₁	3,56 ± 0,33	8,60 ± 0,98	6,20 ± 0,32	0,10 ± 0,22
T ₂	3,42 ± 0,26	8,45 ± 0,65	6,45 ± 0,82	0,60 ± 0,84
T ₃	3,40 ± 0,26	8,85 ± 1,69	6,15 ± 0,74	0,40 ± 0,65
T ₄	3,34 ± 0,33	7,90 ± 0,80	6,00 ± 0,61	0,60 ± 0,98
T ₅	3,52 ± 0,28	8,45 ± 0,57	6,15 ± 0,62	0,15 ± 0,33
EEM	0,24	0,45	0,24	0,19

*Escala 1= pobre, 2= regular, 3= buena, 4= excelente (Perezgrovas, 1990).

EEM= error estándar de la media.

T₁= 0; T₂= 100; T₃= 200; T₄= 300; T₅= 400 g/kg de vainas.

incluyendo hasta 450 g/kg de vainas en ovinos (Kibon y Mainá, 1993). La ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia no mostraron diferencias ($p>0,05$) entre tratamientos, lo cual coincide con otros estudios similares como los realizados por Karim *et al.* (2004) y Sen *et al.* (2002), en los que

tampoco se halló un efecto sobre los indicadores de crecimiento. Sin embargo, otros autores reportaron una menor ganancia de peso en corderos alimentados con vainas de *Acacia farnesiana* en dietas con 120 g/kg de vainas (10 g/kg de taninos) (García *et al.*, 2009). Por su parte, Barry

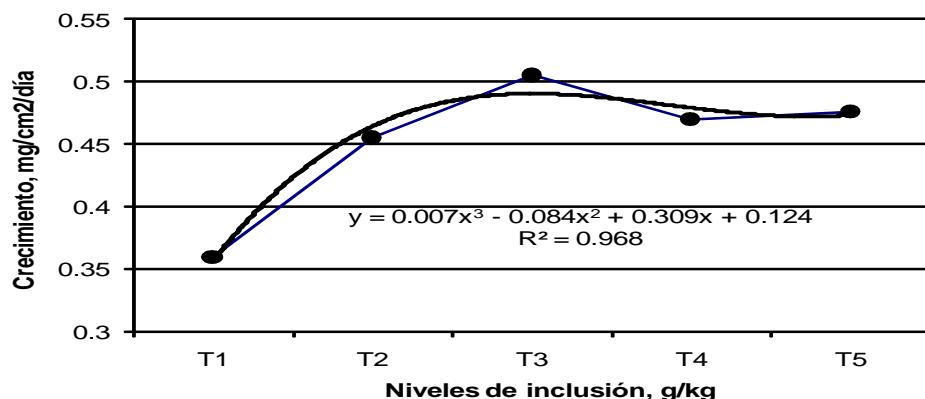


Figura 2. Análisis de regresión del crecimiento de lana por unidad de superficie en corderos alimentados con dietas con diferentes niveles de inclusión de vainas de *Acacia farnesiana*. T₁= control; T₂= 100 g/kg; T₃= 200 g/kg; T₄= 300 g/kg; T₅= 400 g/kg. (Regression analysis of wool growth per unit area in lambs fed with diets with different inclusion levels of *Acacia farnesiana* pods. T₁= control; T₂= 100 g/kg; T₃= 200 g/kg; T₄= 300 g/kg; T₅= 400 g/kg).

Tabla VI. Efecto de dietas con diferentes niveles de inclusión de vainas de *Acacia farnesiana* sobre el peso del vellón sucio (PVS), y crecimiento de lana por unidad de superficie (CLUS) en corderos en crecimiento. (Effect of diets with different inclusion levels of *Acacia farnesiana* pods on greasy fleece weight (PVS), and wool growth per unit area (CLUS) in growing lambs).

Tratamiento	PVS g	CLUS (4 de junio) mg/cm ² /día	CLUS (4 de julio) mg/cm ² /día
T ₁	249,8±25,0	0,477±0,12	0,359±0,10 ^b
T ₂	222,2±45,3	0,526±0,14	0,455±0,05 ^{ab}
T ₃	233,4±64,6	0,505±0,11	0,505±0,03 ^a
T ₄	231,8±44,6	0,477±0,08	0,470±0,10 ^{ab}
T ₅	263,2±44,7	0,570±0,13	0,476±0,11 ^a
EEM	3,05	0,15	0,13

^{ab}Medias con distinta literal en la misma columna son diferentes ($p<0,05$).

EEM= error estándar de la media.

T₁= 0; T₂= 100; T₃= 200; T₄= 300; T₅= 400 g/kg de vainas.

(1985) reportó una reducción importante en la ganancia de peso en corderos alimentados con *Lotus pedunculatus*, con una dieta que contenía 76 a 96 g/kg MS de taninos.

La explicación de las diferencias, con relación a los resultados del presente estudio, posiblemente se deba a que los corderos chiapas empleados en este trabajo son considerados una raza autóctona con características primitivas (Perezgrovas, 2005), por lo que pueden estar mejor adaptados al consumo de alimentos con alto contenido de taninos (Barry, 1985; Silanikove *et al.*, 1996); también se puede pensar que la concentración de taninos en las dietas no haya sido suficiente para afectar negativamente el consumo, ya que los niveles incluidos en los tratamientos son menores al rango de consumo considerado por otros autores como aceptable, de 22 a 50 g/kg por día (Kumar y Vaithianathan, 1990; Min *et al.*, 2003).

La digestibilidad de la materia seca y fibra detergente neutra no mostró diferencias ($p>0,05$) entre tratamientos (**tabla IV**). En contraste, McSweeney *et al.* (2005) reportaron una disminución de la digestibilidad *in vitro* de nutrientes por efecto de los taninos; es posible que estas diferencias se

deban a los distintos niveles de concentración de taninos utilizados en las dietas. Por otro lado, es importante señalar que en esta investigación no se observó intoxicación por el uso de vainas hasta en 400 g/kg de inclusión, a diferencia de otros trabajos (Nantoumé *et al.*, 2001) en los que se encontró que el consumo excesivo de hojas de *Acacia berlandieri* y heno de alfalfa (75:25) produjo ataxia de los miembros posteriores en caprinos angora; en el mismo sentido, Hervás *et al.* (2003) mencionaron signos de intoxicación en borregas canuladas alimentadas con 166 g/kg de taninos. Estas diferencias probablemente se deban a que la concentración de tanino en las dietas con *Acacia farnesiana* en esta investigación no fueron tan altas, además de no haber utilizado las hojas sino las vainas.

Los resultados de calidad del vellón y longitud de la mecha se presentan en la **tabla V**, observándose que no hay diferencias ($p>0,05$) entre tratamientos, de la misma manera que sucedió para el peso del vellón sucio y crecimiento de lana del primer muestreo (**tabla VI**); sin embargo, el crecimiento por unidad de superficie (mg/cm²/día) en el segundo muestreo mostró ser mayor en T₃ ($p<0,05$) que el grupo testigo (505 vs. 359 mg/

cm²/día) (**figura 2**). Estos resultados coinciden con los reportes de Perezgrovas y Castro (2000b), quienes indican que los parámetros de crecimiento de lana para la raza Chiapas, que producen en condiciones de alta marginación en México, van de $0,37 \pm 0,05$ a $0,46 \pm 0,06$ g/cm²/día en ovejas adultas en pastoreo, así como con Velazquez *et al.* (2005), que reportan un crecimiento de lana de $0,39 \pm 0,08$ g/cm²/día en corderos en crecimiento en pastoreo y suplementados con vainas de *Acacia farnesiana* y rastrojo de maíz.

Por otro lado, resulta difícil comparar los resultados de calidad de lana con los reportes de literatura debido a que no hay una

equivalencia en el concepto de calidad de lana. Algunos autores (Black y Reis, 1979; Arbiza y De Lucas, 1997), indicaron que la calidad está representada por el diámetro o finura de las fibras; mientras que según Perezgrovas y Castro (2000a), en los sistemas tradicionales de cría de ganado lanar en los altos de chiapas los principales criterios de calidad son la longitud de la mecha y la proporción de fibras largas.

Finalmente la evaluación de la relación beneficio-costo mostró que T_4 fue mejor que el grupo control (**tabla VII**). Los resultados de este estudio coinciden con lo reportado por Velázquez *et al.* (2005), quienes

Tabla VII. Relación beneficio-costo de tratamientos (T) con diferentes niveles de inclusión de vainas de *Acacia farnesiana* en corderos. (Cost-benefit ratio of treatments (T) with different levels of inclusion of *Acacia farnesiana* pods in lambs).

Tratamiento	Ingresos	Factor actual (8,5%)	Ingresos actualizados	Costos totales (8,5%)	Costos	Factor actualizados	RBC
T_1	\$2545,88	0,922	\$2346,43	\$1689,21	0,922	\$1556,87	1,51
T_2	\$2580,75	0,922	\$2378,57	\$1682,48	0,922	\$1550,67	1,53
T_3	\$2649,75	0,922	\$2442,17	\$1722,05	0,922	\$1587,15	1,54
T_4	\$2678,63	0,922	\$2468,78	\$1725,38	0,922	\$1590,21	1,55
T_5	\$2542,50	0,922	\$2343,32	\$1696,21	0,922	\$1563,33	1,50
Costos de producción							
Ingredientes (\$/kg)		Soya \$4,50		Salvado:\$3,20		<i>A. farnesiana</i> \$1,10	
		Rastrojo de maíz \$0,80		Vitaminas y minerales \$5,00			
		T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	
Alimento/tratamiento	\$395	\$388	\$428	\$431	\$402		
Mano de obra	\$1104	\$1104	\$1104	\$1104	\$1104		
Medicamentos	\$120	\$120	\$120	\$120	\$120		
Diversos materiales	\$70	\$70	\$70	\$70	\$70		
Producción final							
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5		
Peso vivo/corderos	157,2	160,8	165,0	167,0	157,2		
Lana/kg	1,25	1,13	1,17	1,16	1,23		
Precio de ventas: corderos, \$15/kg; lana, \$150/kg							

$T_1=0$ g/kg de vainas; $T_2=100$ g/kg de vainas; $T_3=200$ g/kg de vainas; $T_4=300$ g/kg de vainas; $T_5=400$ g/kg de vainas.

encontraron una mayor relación beneficio-costo en dietas que incluyeron 200 g/kg de vainas de *Acacia farnesiana* y rastrojo de maíz para corderos en crecimiento en condiciones de pastoreo. Es posible que estas diferencias se deban al aporte de proteína bruta de las vainas de *Acacia farnesiana* que al sustituir al de la soja contribuyó a reducir costos debido a su menor precio, pero también a que el impacto de los taninos de las vainas no influyó negativamente en la respuesta productiva.

CONCLUSIONES

La inclusión de 200 a 400 g/kg (bs) de vainas de la leguminosa arbórea *Acacia farnesiana* en dietas para ovinos puede ser recomendable, ya que mejora el consumo y no influye negativamente en la respuesta productiva de los animales ni en la producción de lana. Por su menor costo y por su inocuidad en los niveles de inclusión estudiados, es factible utilizar este recurso regional como parte de las estrategias de alimentación del ganado lanar.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, M. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 74: 3063-3075.
- Arbiza, A.S. y De Lucas, T.J. 1997. Lana, producción y características. UAEM. México.
- Arriaga-Jordán, C., Flores-Gallegos, F., Peña-Carmona, B., Albarán-Portillo, A., García-Martínez, A., Espinosa-Ortega, C., González-Esquivel y Castelán-Ortega, O. 2001. Participatory on-farm evaluation of the response to concentrate feeding supplementation by cows in early lactation in smallholder peasant dairy production systems in the highlands of central Mexico. *J. Agric. Sci.*, 137: 97-103.
- Barry, T.N. 1985. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. *Brit. J. Nutr.*, 54: 211-217.
- Black, J.L. and Reis, P.J. 1979. Physiological and environmental limitations to wool growth. C.S.I.R.O. Sydney. Australia.
- Faichney, G.J. 1975. The use of markers to partition digestion within the gastrointestinal tract of ruminants. In: I.W. McDonald and A.C. Warner (Eds.). *Digestion and metabolism in ruminants*. University of New England Publishing Unit. Armidale. Australia. pp. 277-291.
- Frutos, P., Hervás, G., Giradles, F.J. and Mantecón, R. 2004. Tannins and ruminant nutrition. *Span. J. Agric. Res.*, 2: 191-202.
- García W.R., Goñi, C.S., Olgui, P.A., Diaz, S.G. and Arriaga, J.C. 2009. Huizache (*Acacia farnesiana*) whole pods (flesh and seeds) as an alternative feed for sheep in Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* DOI 10.1007/s11250-009-9355-2.
- Hervás, G., Frutos, P., Giráldez, F., Mantecón, A. and Álvarez del Pino, M. 2003. Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 109: 65-78.
- Karim, S. A., Mehta, B.S., Sureshkumar, S. and Verma, D.L. 2004. Growth performance and carcass traits of Bharat Merino lambs maintained under intensive feeding and grazing with supplementation. *Indian J. Anim. Sci.*, 74: 977-979.
- Kumar, R. and Vaithiyanathan, S. 1990. Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 30: 21-38.
- Kibon, A. y Mainá, A.H.B. 1993. Vainas secas de *Acacia sieberiana* como suplemento a una dieta forrajera de baja calidad para corderos en crecimiento en el norte de Nigeria. *Trop. Anim. Health Prod.*, 25: 59-64.
- McSweeney, C.S., Palmer, B., McNeill, D.M. and Krause, D.O. 2005. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 91: 83-93.
- Minson, J.D. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press. San Diego.
- Min, B.R., Barry, T.N., Attwood, G.T. and McNabb, W.C. 2003. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 106: 3-19.
- Nantoumé, H., Forbes, T.D., Hensarling, C. and

- Sieckenius, S.S. 2001. Nutritive value and palatability of guajillo (*Acacia berlandieri*) as a component of goat diets. *Small Rum. Res.*, 40: 139-148.
- NRC. 2007. Nutritional requirements of sheep. 5th ed. Natl. Acad. Sci. Washington, D.C.
- Parra, V.M.R., 1989. El subdesarrollo agrícola en los Altos de Chiapas. Colección cuadernos universitarios nº 18. Universidad Autónoma de Chapingo. Centro de Investigaciones ecológicas del Sureste. San Cristobal de las Casas. Chiapas. México.
- Perezgrovas, G.R. 1998. Colaborando para el cambio. Pastoras tzotziles de chiapas participan en el diseño de estrategias de desarrollo. San Cristobal de las Casas, Chiapas. México. *Anuario de Estudios Indígenas. UNACH.*, 7: 351-357.
- Perezgrovas, G.R. 1999. Los carneros de San Juan. Ovinocultura Indígena en los altos de chiapas. 2^a ed. Instituto de Estudios Indígenas. Universidad Autónoma de Chiapas. San Cristobal de las Casas. Chiapas. México. 75 pp.
- Perezgrovas, G.R. 2005. La lana del *Tunim Chijel* venado de algodón. 1^a ed. Instituto de Estudios Indígenas-UNACH. San Cristobal de las Casas. Chiapas. México. 63 pp.
- Perezgrovas G.R. y Castro, G.H. 2000a. Producción y calidad de lana en el borrego Chiapas como resultado de selección empírica por pastoras indígenas del sur de México. V Congreso Iberoamericano de Razas Autóctonas y Criollas. La Habana. Cuba.
- Perezgrovas G.R. y Castro, G.H. 2000b. El borrego Chiapas y el sistema tradicional de manejo de ovinos entre las pastoras tzotziles. *Arch. Zootec.*, 49: 391-403.
- Perezgrovas, G.R., Guarín, E., Castro, H. y Parry, A. 1997. Producción del vellón sucio y crecimiento de lana en el borrego Chiapas. Congreso Nacional de Producción Ovina. 15 pp.
- Seigler, D.S. 2003. Proceedings of the phytochemistry and legume/animal interaction. International Legume Conference in Canberra. Australia. *Bioch. System. Ecol.*, 31: 845-873.
- Sen, A.R., Shinde, A.K., Verma, D.L. and Karim, S.A. 2002. Growth carcass traits of Sirohi finisher kids fed on ad lib tree leaves and concentrate. *Indian. J. Anim. Sci.*, 72: 1179-1181.
- Silanikove, N., Gilboa, N., Perevolotsky, A. and Nitzan, Z. 1996. Goats fed tannins-containing leaves do not exhibit toxic syndromes. *Small Rum. Res.*, 21: 195-201.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. New York. USA.
- Van Keulen, J. and Young, B.A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.*, 44: 282-287.
- Velázquez, A.J., Perezgrovas, G.R., Velasco, Z.M., Zaragoza, M.L. y Rodríguez, G.G. 2005. Evaluación de vainas de quebracho (*Acacia farnesiana*) en alimentación de ganado lanar. *Arch. Zootec.*, 54: 535-540.
- Velázquez, A.J., Borquez, C.J., Domínguez, V.I., Perezgrovas, G.R. and González-Ronquillo, M. 2011. Chemical composition and *in vitro* gas production of diets on varied levels of *Acacia farnesiana* pods. *Arch. Zootec.*, 60: 637-645.