

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y FERMENTACIÓN RUMINAL DE CORDEROS SUPLEMENTADOS CON HARINA DE COCOÍTE (*Gliricidia sepium*), MORERA (*Morus alba*) Y TULIPÁN (*Hibiscus rosa-sinensis*)

Productive Lambs Performance and Ruminal Fermentation Using Cocoíte (*Gliricidia sepium*), Morera (*Morus alba*) and Tulipan (*Hibiscus rosa-sinensis*) Meal as Supplement

Miguel A. Mata Espinosa¹, David Hernández Sánchez², Mario A. Cobos Peralta¹, María Esther Ortega Cerrilla¹, Germán D. Mendoza Martínez¹ y José Luis Arcos-García³

¹Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados. Km 36,5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, México. CP 56230.

²Área de Ciencia Animal, Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Km 3,6 Carretera Cárdenas-Huimanguillo, H. Cárdenas, Tabasco, México. CP 86500. Fax: 01 937 37 22297. E-mail: sanchezd@colpos.mx

³Departamento de Zootecnia. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Oaxaca, México. CP 71980.

RESUMEN

Para conocer el efecto de suplementación con harina de tres arbustivas forrajeras tropicales, en el comportamiento productivo y fermentación ruminal de corderos en crecimiento, se realizó un estudio durante 90 días, utilizando 30 corderos con encaste de Pelibuey y Black Belly (18,29 ± 1,56 kg PV), mantenidos en pastoreo continuo en estrella africana (*Cynodon plestachyus*; 75,5% FDN y 6,1% PC) de 7:00 a.m. a 4:00 p.m, posteriormente los animales fueron alojados en corraletas individuales, proporcionándoles 200 g animal⁻¹ d⁻¹ de suplemento de acuerdo a los tratamientos (T) evaluados: T₁ = sólo pastoreo (SP), T₂ = T₁+concentrado comercial (CC), T₃ = T₁+harina de cocoíte (*Gliricidia sepium*; HC), T₄ = T₁+harina de morera (*Morus alba*; HM) y T₅ = T₁+harina de tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*; HT). Las variables registradas fueron: consumo de suplemento y pasto, ganancia diaria de peso (GDP), digestibilidad aparente de materia seca del suplemento y del pasto. En fluido ruminal se midió pH, concentración de ácidos grasos volátiles, nitrógeno amoniacal, bacterias totales y protozoarios. El CC y la HT presentaron el mejor (P < 0,05) consumo de suplemento (CC, 181,6^a; HC, 97,7^c; HM, 149,7^b; HT, 167,2^{ab} g d⁻¹), de materia seca total (SP, 789,1^b; CC, 976,8^a; HT, 941,8^a g d⁻¹) y la mejor GDP (SP, 46,1^b; CC, 81,6^a; HT, 77,1^a; g d⁻¹). El CC propició la más alta (P < 0,05) digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS, 60,97^a); en contraste la más baja

(P < 0,05) DAMS se presentó con el uso de HC (SP, 49,27^{ab}; CC, 54,00^a; HC, 48,52^c; HM, 50,47^{ab}; HT, 50,54^{ab}). En las variables ruminales, no se observaron diferencias entre tratamientos para pH, nitrógeno amoniacal y AGV; solamente se registraron cambios (P < 0,05) en la concentración (1 × 10⁸ mL⁻¹) de bacterias totales (SP, 45,0^a; HM, 1,1^b) y de protozoarios (SP, 20,73^b; CC, 96,01^a; 1 × 10⁴ mL⁻¹). La harina de tulipán mostró una respuesta similar a la del CC. La menor respuesta se obtuvo con HC. Por lo anterior se recomienda HT como sustituto de CC para corderos en pastoreo en el trópico.

Palabras clave: Corderos, suplementación, *Gliricidia sepium*, *Morus alba*, *Hibiscus rosa-sinensis*.

ABSTRACT

A study was carried out in order to determine the effect of a commercial feed and three different meals produced by tropical forage shrubs, on productive performance, digestibility and some rumen variables, when used as supplements for grazing lambs. Thirty crossbreed (Pelibuey X Black Belly) male lambs (18.29 ± 1.56 Kg BW), were used in a 90 d study. Animals were on continuous grazing of African star (*Cynodon plestachyus*; (75.5% NDF, 6.1% CP) from 7:00 am to 4:00 pm. After grazing animals were housed in individual pens and fed (200 g animal⁻¹ d⁻¹) any of four supplements, according to treatment: T₁ = grazing (G); T₂ = T₁ + commercial concentrate (CC); T₃ = T₁ + cocoite meal (*Gliricidia sepium*; CM); T₄ = T₁ + morera meal (*Morus alba*; MM), and T₅ = T₁ + tulipan meal

(*Hibiscus rosa-sinensis*; TM). Supplement and forage intake, dry matter digestibility and daily weight gain, were measured. Volatile fatty acids (VFA), ammonia nitrogen concentration, total bacteria and protozoa were determined in rumen liquor. Differences in supplement intake ($P < 0.05$) (CC, 181.6^a; CM, 97.7^c; MM, 149.7^b; TM, 167.2^{ab} g d⁻¹), dry matter intake (OG, 789.1^b; CC, 976.8^a; TM, 941.8^a g d⁻¹) and daily weight gain (OG, 46.1^b; CC, 81.6^a; TM, 77.1^a; g d⁻¹) were found. The highest ($P < 0.05$) percentage of dry matter digestibility (DMD) was found for CC (CC, 60.97^a). Forage DMD was the lowest for CM (OG, 49.27^{ab}; CC, 54.00^a; CM, 48.52^c; MM, 50.47^{ab}; TM, 50.54^{ab}). No differences ($P > 0.05$) were found for rumen pH, ammonia nitrogen and VFA concentration among treatments. Compared with OG treatment, supplementation with MM decreased ($P < 0.05$) total bacteria concentration (OG, 45.0^a vs MM, 1.1^b × 10⁸ mL⁻¹) whilst CC increased protozoa concentration (OG, 20.73^b vs CC, 96.01^a × 10⁴ mL⁻¹). Supplementation with TM showed similar results that those observed with CC. The lowest response was observed for CM and OG. It is concluded that TM can be used as a supplement instead of CC in the tropic for grazing lambs.

Key words: Lambs, supplementation, *Gliricidia sepium*, *Morus alba*, *Hibiscus rosa-sinensis*.

INTRODUCCIÓN

Estudios realizados con árboles y arbustos, integrándolos a sistemas de producción con ruminantes, han permitido valorar especies que actualmente no tienen ningún uso y ampliar la utilidad de aquéllas que normalmente tienen otros propósitos. Antecedentes en las regiones tropicales, muestran el aprovechamiento de especies arbóreas como forraje, entre éstas el cocoíte (*Gliricidia sepium*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), guacimo (*Guazuma ulmifolia*), tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) y morera (*Morus alba*) son de interés [31]. La importancia de evaluar estas especies arbustivas, se debe a su potencial de producción (30,6 y 21,93 ton ha⁻¹ MS comestible, para tulipán y morera, respectivamente) [9, 26]. También, por su alto contenido de proteína y su grado de digestibilidad, estos forrajes asemejan a los concentrados utilizados para ruminantes [2], despertando el interés de utilizarlos como suplementos en regiones tropicales.

Por lo anterior, se planteó este trabajo con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo y la fermentación ruminal de corderos en pastoreo suplementados con harina de cocoíte, morera o tulipán.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Campo Experimental y en el laboratorio de Ciencia Animal del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, en H. Cárdenas, Tabasco, México. Se

desarrolló un ensayo de comportamiento productivo con ovinos en crecimiento. El periodo de evaluación comprendió de noviembre a enero (90 días), con 10 días de adaptación a la dieta, previos al inicio del experimento. La época de evaluación se caracterizó por la presencia de vientos del norte, con bajas temperaturas (12°C) y precipitación intermitentes.

Se utilizaron 30 corderos con encaste de Pelibuey y Black Belly, de 18,29 ± 1,56 kg PV inicial, los cuales permanecieron en pastoreo continuo de 7:00 a.m. a 4:00 p.m. En una pradera de estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), con 3% de asignación de forraje. Después del pastoreo (4:00 p.m.), los animales se alojaron en corraletas individuales, donde se les proporcionó un suplemento de acuerdo a los tratamientos (T) evaluados: T1 = testigo, sólo pastoreo en zacate estrella africana, T2 = T1+concentrado comercial, T3 = T1+harina de cocoíte, T4 = T1+harina de morera y T5 = T1+harina de tulipán. El aporte de suplemento fue de 200 g animal⁻¹ d⁻¹, en tanto que los corderos del grupo testigo permanecieron en pastoreo, con acceso al área de las corraletas por la noche. Se proporcionó sal mineral (Rumisal[®]; P, 5,0%; Ca, 13%; Na, 10,9%; Cl, 20,0%; Fe, 0,43%; Mg, 0,33%; Mn, 0,02%; Cu, 0,08%; I, 0,004 l y Zn, 0,008%) y agua a libre acceso.

Al inicio del experimento, los corderos fueron pesados, identificados, vitaminados (ADE; Vigantol[®], 1 mL animal⁻¹) y desparasitados interna (Ripercol[®], 1 mL animal⁻¹) y externamente (Tactic[®] y Neguvon[®], 1 mL animal⁻¹).

Para elaborar las harinas, se obtuvo material vegetal comestible (hojas y tallos no lignificados) de bancos de proteína establecidos con cocoíte, morera y tulipán. Las parcelas establecidas con estos forrajes recibieron un corte de uniformidad y posteriormente, los cortes se realizaron cada 90 días. En un área de 5 × 15 m, cubierta y con piso de concreto, el forraje obtenido fue secado, extendido en capas de 10 cm y removido diariamente para favorecer el secado. Una vez deshidratado (85% MS), el forraje fue transformado en harina utilizando un molino de martillos con malla de 5 mm. El material obtenido se colocó en sacos de plástico y se almacenó para su utilización posterior como suplementos, ofreciéndose a un nivel del 1,0% del PV del animal (200 g animal⁻¹ d⁻¹). A intervalos de 15 días, se tomaron muestras de los suplementos y del pasto estrella africana para analizar su composición (TABLA I) con base al contenido de materia seca (MS), proteína total (PT), de acuerdo a la metodología propuesta por AOAC [1]; fibra insoluble en detergente neutro (FDN) y ácido (FDA), mediante la metodología descrita por Goering y Van Soest [15].

Variables de estudio

Consumo de materia seca del suplemento. Se calculó como la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado, y se midió diariamente.

Consumo de materia seca del forraje. Se utilizó la técnica de dos marcadores, usando óxido de cromo (Cr₂O₃) como marcador externo y las cenizas insolubles en ácido (CIA) como

TABLA I
COMPOSICIÓN QUÍMICA (%) DEL PASTO ESTRELLA Y DE LOS SUPLEMENTOS / STAR GRASS AND SUPPLEMENTS CHEMICAL COMPOSITION (%)

| Variable | Materia seca | Proteína cruda | Fibra detergente neutro | Fibra detergente ácido |
|-------------------|--------------|----------------|-------------------------|------------------------|
| Estrella africana | 25,4 | 6,11 | 75,55 | 46,18 |
| Concentrado | 88,4 | 14,49 | 27,95 | 5,67 |
| Cocoíte | 86,3 | 20,64 | 55,66 | 35,62 |
| Morera | 87,5 | 18,13 | 41,90 | 32,38 |
| Tulipán | 86,5 | 19,18 | 28,08 | 18,43 |

marcador interno [14]. A los 70 días de haber iniciado el periodo experimental, se dosificó 1 g de Cr₂O₃ durante 15 días. En los últimos cinco días de la dosificación con óxido de cromo se colectaron muestras de heces directamente del recto para determinar la concentración de Cr y CIA. El contenido de cenizas insolubles en ácido (CIA) se obtuvo mediante la metodología desarrollada por Keulen y Young [19] y la concentración de Cr₂O₃ en heces se determinó mediante un espectrofotómetro de absorción atómica, utilizando la técnica de Williams y col. [39].

La producción de materia seca fecal (PF) se calculó con la fórmula:

$$PF(g d^{-1}) = \frac{\text{Dosis del marcador } (g d^{-1})}{\text{Concentración del marcador en heces } (g g^{-1}MS)}$$

El consumo de forraje (Kg MS d⁻¹) para cada cordero se estimó con la fórmula descrita por Geerken y col. [14] con CIA.

$$\text{Consumo de MS del pasto } (g d^{-1}) = \frac{(CIA_H \times PTH) - (CIA_S \times CTS)}{CIA_P}$$

donde:

CIA_H = Concentración de cenizas insolubles en ácido (CIA), en heces, g Kg⁻¹ MS

PTH = Producción total de heces, obtenida por la fórmula descrita anteriormente usando el Cr₂O₃ como marcador externo, g d⁻¹

CIA_S = Concentración de CIA del suplemento, g Kg⁻¹ MS

CTS = Consumo total del suplemento, g MS

CIA_P = Concentración de CIA en el pasto, g g⁻¹ MS

De esta forma se estimó el consumo de forraje restando la contribución de cenizas insolubles en ácido provenientes del consumo de suplemento.

Cambio de peso vivo. Se determinó mediante el peso de los animales al inicio del experimento y posteriormente cada 28 días (8:00 a.m. con ayuno), obteniendo el promedio del peso registrado por tres días consecutivos.

Digestibilidad total del forraje (DTF). Se estimó a través del procedimiento utilizado por Geerken y col. [14], asu-

miendo una contribución de la materia seca para cada suplemento (cantidad acorde a la digestibilidad *in situ*), a la excreción total. El valor de la digestibilidad del suplemento, varió con relación a la prueba de digestibilidad *in situ*, que se realizó para cada suplemento a las 72 h de incubación. Esta variable se estimó con la siguiente fórmula:

$$DTF = \frac{\text{CMS Forraje (kg)} - \text{Heces Forraje (kg)}}{\text{CMS Forraje (kg)}} * 100$$

pH ruminal. Se midió al momento de colectar el líquido ruminal, con un potenciómetro marca Orión (Modelo SA 210, EUA).

Concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH₃). Se colectaron 10 mL de líquido ruminal y se filtraron con una gaza para evitar exceso de partículas. Posteriormente las muestras fueron procesadas para determinar N-NH₃ mediante absorbancia (630 nm) en un espectrofotómetro de luz ultravioleta visible, VARIAN, Modelo CARY 1-E manufacturado en Australia [24].

Concentración de ácidos grasos volátiles. Se determinó por cromatografía de gases, empleando la metodología descrita por Erwin y col. [11].

Concentración de bacterias totales. Se elaboró un medio de cultivo anaerobio [5], a base de glucosa, celobiosa, almidón y fluido ruminal (GCA-FR). Se depositaron 4,5 mL del medio GCA-FR en tubos de cultivo (13 x 100 mm) estériles, bajo flujo de CO₂. De las muestras de líquido ruminal procedentes de los corderos, se tomaron 0,5 mL y se utilizaron como inóculo para realizar la primera dilución (10⁻¹); las diluciones fueron 10⁻¹ a 10⁻¹² y cada dilución tuvo tres repeticiones. Una vez inoculados los medios, se incubaron a 38°C por 72 h. Posteriormente se tomaron lecturas de crecimiento, registrando como positivos aquellos medios que presentaban turbidez. Para estimar la concentración de bacterias se utilizó la técnica del número más probable [16].

Conteo de protozoarios. Líquido ruminal (8 mL) procedente de cuatro borregos por tratamiento fue depositado, de forma individual, en tubos de cultivo (18 x 150 mm), adicionando 2 mL de tripan blue (5%) con el propósito de fijar los protozoarios. Utilizando una cámara de Neubauer y un microscopio

de contraste (objetivo 40X), el conteo se realizó en los dos campos de la cámara de Neubaüer, obteniendo un promedio en cada muestra; los conteos se realizaron por triplicado para cada muestra. El número de protozoarios por mililitro se estimó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Protozoarios mL}^{-1} = (\text{Promedio de las cámaras}) (10^4)$$

Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar y se utilizó el procedimiento PROC GLM [33]. La comparación de medias de tratamientos se realizó con la prueba de Tukey [35]. Para las variables cambio de peso vivo y consumo de suplemento se utilizó el peso vivo inicial como covariable. La población total de protozoarios se analizó mediante el procedimiento de mediciones repetidas de Wilcoxon [33].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos determinaron un consumo superior de suplemento ($P < 0,05$; TABLA II) para el tratamiento con concentrado, durante todo el periodo experimental. Consumos similares a los del concentrado fueron registrados con el aporte al tulipán en el segundo y tercer mes de evaluación; por el contrario, la suplementación con harina de cocoíte presentó el menor consumo ($P < 0,05$) durante todo el experimento. Analizando el consumo diario promedio (CDP), se observó mayor ($P < 0,05$) consumo de suplemento en los corderos que recibieron concentrado comercial y tulipán, mientras que los corderos que recibieron cocoíte mostraron el consumo más bajo. Asociado al consumo de suplemento, los corderos que registraron el mayor consumo de pasto ($P < 0,05$; TABLA II) fueron los que recibieron concentrado y harina de tulipán.

Consumos similares a los observados en este trabajo fueron reportados [23, 37], cuando se ofreció tulipán a cabras en crecimiento o morera a corderos. También se reportó aumento en el consumo de MS total (4,8% del PV) cuando se incluyó tulipán (3% del PV) en la dieta de cabras lecheras [28], asociándose con un aporte mayor de proteína en la dieta.

Por otra parte, el bajo consumo de harina de cocoíte se relacionó con el mal olor de la hoja y su baja palatabilidad; comportamiento similar al observado por otros autores [20, 30]. No obstante, estudios con corderos en pastoreo, han reportado incrementos en el consumo total, cuando se suplementa con cocoíte fresco [8]. Al parecer, la aceptación de esta planta en corderos, está relacionada con la forma en que se ofrece, observándose diferencias en el consumo cuando se proporciona seco o fresco [18].

Los corderos que recibieron suplementación a base de harina de morera y tulipán presentaron ganancias de peso similares ($P > 0,05$; TABLA III) a las obtenidas con el aporte de concentrado comercial, durante el desarrollo del experimento y fue concluyente esta respuesta en la ganancia diaria promedio (GDP); en contraste, la menor respuesta se obtuvo al aportar harina de cocoíte, registrándose ganancias de peso (GDP) similares a las observadas en el grupo testigo.

Se ha considerado que la ganancia de peso de corderos en pastoreo, a falta de suplementación, puede ser baja [6, 25], congruente con la obtenida en el grupo testigo de este trabajo, pero la respuesta al aportar cocoíte o morera fue inferior a la observada en otros ensayos [3, 8, 23, 27]. Posiblemente factores como el nivel de consumo o la edad de rebrote de la planta, tomen importancia para esta variable. No obstante, es posible mejorar el comportamiento productivo de corderos en pastoreo con niveles superiores de suplementación y empleando harinas como la de tulipán, que mostró excelentes características nutritivas y propició ganancias de peso similares a las obtenidas con suplementos comerciales en este trabajo.

TABLA II
CONSUMO DE MATERIA SECA (g d^{-1}) DE CORDEROS EN PASTOREO SUPLEMENTADOS CON HARINA DE TRES ARBUSTIVAS FORRAJERAS / GRAZING LAMBS DRY MATTER INTAKE (g d^{-1}) SUPPLEMENTED WITH FLOUR OF THREE FORAGE SHRUBS

| Mes | Tratamientos | | | | | C.V. |
|---------------------------|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ | |
| | Consumo promedio mensual de suplemento | | | | | |
| 1 | 0,0 | 181,6 ± 7,6 ^a | 105,9 ± 7,2 ^{bc} | 136,8 ± 7,6 ^b | 156,2 ± 7,2 ^b | 12,19 |
| 2 | 0,0 | 181,6 ± 5,7 ^a | 80,9 ± 5,4 ^c | 148,2 ± 5,7 ^b | 173,4 ± 5,4 ^a | 10,78 |
| 3 | 0,0 | 181,6 ± 12,4 ^a | 106,4 ± 11,9 ^b | 164,0 ± 12,5 ^a | 172,0 ± 11,8 ^a | 18,62 |
| CDP | 0,0 | 181,6 ± 7,1 ^a | 97,7 ± 6,7 ^c | 149,7 ± 7,1 ^b | 167,2 ± 6,7 ^{ab} | 11,08 |
| Consumo de pasto estrella | 789,1 ± 31,2 ^b | 976,8 ± 32,6 ^a | 796,1 ± 31,3 ^b | 848,6 ± 32,7 ^b | 941,8 ± 31,3 ^a | 18,1 |

T₁ = Pastoreo en estrella africana. T₂ = T₁ + concentrado comercial. T₃ = T₁ + harina de cocoíte. T₄ = T₁ + harina de morera. T₅ = T₁ + harina de tulipán. CDP = Consumo diario promedio durante el periodo experimental. ^{a, b, c} = Medias en la misma hilera con distinta literal son diferentes ($P < 0,05$).

La suplementación con concentrado mejoró ($P < 0,05$; TABLA IV) la digestibilidad la materia seca total (MST) y la del pasto; en contraste, el tratamiento que recibió harina de cocoíte y el grupo testigo presentaron la más baja digestibilidad de la materia seca total. Los tratamientos con morera y tulipán presentaron resultados similares. Algunos autores han reportado una disminución en la digestibilidad de la MST cuando la proteína de la dieta es sustituida por la de forrajes arbustivos [7, 27], asociándose al contenido de lignina y taninos presentes en el follaje de los árboles tropicales [34]. Aunque factores como la edad del rebrote, tienen importancia en la concentra-

ción de compuestos secundarios y muy pocos autores hacen referencia a este aspecto; estos compuestos podrían explicar la baja digestibilidad obtenida al suplementar con cocoíte, por el alto contenido de taninos que presenta después de los 30 días de rebrote [22].

El análisis de las variables ruminales no detectó diferencias ($P > 0,05$; TABLA V) en el pH, concentración de $N-NH_3$ y concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), para los tratamientos evaluados. Congruente con estos resultados, otros autores tampoco han reportado cambios al suministrar arbustivas forrajeras [32, 36, 38]. En contraste, se ha reportado una

TABLA III
GANANCIA DIARIA DE PESO ($g\ d^{-1}$) DE CORDEROS EN PASTOREO SUPLEMENTADOS CON HARINA DE TRES ARBUSTIVAS FORRAJERAS / GRAZING LAMBS DAILY GAIN ($g\ d^{-1}$) SUPPLEMENTED WITH FLOUR OF THREE FORAGE SHRUBS

| Mes | Tratamientos | | | | | C.V. |
|-----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ | |
| 1 | 20,4 ± 9,0 ^c | 77,4 ± 9,4 ^a | 50,0 ± 9,0 ^b | 53,8 ± 9,5 ^{ab} | 78,4 ± 9,0 ^a | 39,3 |
| 2 | 95,3 ± 12,3 ^a | 129,6 ± 12,9 ^a | 54,9 ± 12,3 ^b | 113,5 ± 12,9 ^a | 94,4 ± 12,3 ^a | 30,9 |
| 3 | 30,6 ± 10,0 ^{ab} | 47,9 ± 10,5 ^{ab} | 39,6 ± 10,0 ^{ab} | 25,7 ± 10,5 ^b | 58,0 ± 10,0 ^a | 38,3 |
| GDP | 46,1 ± 5,9 ^b | 81,6 ± 6,2 ^a | 48,1 ± 5,9 ^b | 63,2 ± 6,2 ^{ab} | 77,1 ± 5,9 ^a | 22,9 |

T₁ = Pastoreo en estrella africana. T₂ = T₁ + concentrado comercial. T₃ = T₁ + harina de cocoíte. T₄ = T₁ + harina de morera. T₅ = T₁ + harina de tulipán. GDP = Ganancia Diaria Promedio durante el periodo experimental. ^{a, b, c} = Medias en la misma hilera con distinta literal son diferentes ($P < 0,05$).

TABLA IV
DIGESTIBILIDAD APARENTE (%) DE CORDEROS EN PASTOREO SUPLEMENTADOS CON HARINA DE TRES ARBUSTIVAS FORRAJERAS / GRAZING LAMBS APPARENT DIGESTIBILITY (%) SUPPLEMENTED WITH FLOUR OF THREE FORAGE SHRUBS

| Variable | Tratamientos | | | | | C.V. |
|----------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ | |
| Pasto | 49 ^{ab} | 54 ^a | 48 ^c | 50 ^{ab} | 50 ^{ab} | 10,10 |
| MST | 49 ^{bc} | 61 ^a | 43 ^c | 51 ^b | 51 ^b | 10,27 |

T₁ = Pastoreo en estrella africana. T₂ = T₁ + concentrado comercial. T₃ = T₁ + harina de cocoíte. T₄ = T₁ + harina de morera. T₅ = T₁ + harina de tulipán. MST = Materia Seca Total que incluye el zacate y el suplemento. ^{a, b, c} = Medias en la misma hilera con distinta literal son diferentes

TABLA V
VARIABLES RUMINALES DE CORDEROS EN PASTOREO SUPLEMENTADOS CON HARINA DE TRES ARBUSTIVAS FORRAJERAS / GRAZING LAMBS RUMINAL PATTERN SUPPLEMENTED WITH FLOUR OF THREE FORAGE SHRUBS

| Variable | Tratamientos | | | | | C.V. |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ | |
| pH | 6,21 | 6,42 | 6,18 | 6,50 | 6,17 | 3,69 |
| NH_3 , $mg\ dL^{-1}$ | 10,46 | 11,10 | 11,75 | 9,62 | 10,12 | 21,94 |
| AGV, $mmol\ L^{-1}$ | | | | | | |
| Acético | 38,26 | 37,72 | 51,93 | 40,91 | 42,77 | 22,99 |
| Propiónico | 8,39 | 8,73 | 10,88 | 7,99 | 8,44 | 25,82 |
| Butírico | 2,89 | 3,78 | 3,73 | 3,84 | 2,78 | 30,89 |
| Total | 49,74 | 50,23 | 66,73 | 52,73 | 53,98 | 22,73 |

T₁ = Pastoreo en estrella africana. T₂ = T₁ + concentrado comercial. T₃ = T₁ + harina de cocoíte. T₄ = T₁ + harina de morera. T₅ = T₁ + harina de tulipán.

disminución en la concentración de N-NH₃, aumentó en el pH y en la concentración de AGV, dos horas después de aportar follaje de *S. sesban*, una arbustiva tropical, pero a los 42 días, la concentración de AGV es similar a la obtenida antes de suplementar con este arbusto forrajero. En este sentido, fue de importancia la creciente capacidad degradativa de factores secundarios, por las bacterianas ruminales, lo cual explicó las diferencias en la fermentación ruminal observadas a corto y largo plazo [29].

La suplementación con harina de morera propició una disminución de la población bacteriana ($P < 0,05$; TABLA VI) con respecto a los demás tratamientos. Los reportes en la literatura, relacionados con el efecto de especies arbustivas en las poblaciones bacterianas del rumen, son contrastantes y no concluyentes. Algunos señalan el aumento de bacterias totales al suplementar con *Gliricidia sepium* y *Sesbania sesban*, y una disminución bacteriana al suministrar *Acacia aneura* [29]; en otro caso, no hubo diferencias al evaluar el follaje de *S. saponaria* [13]. A pesar de la importancia que tienen los compuestos secundarios en las plantas evaluadas, los niveles reportados [22] parecerían inofensivos a los microorganismos ruminales; sin embargo, los cambios en concentración de estos compuestos a través del crecimiento de la planta y su forma física, podrían esclarecer el papel específico en la fermentación ruminal.

La suplementación con concentrado incrementó ($P < 0,05$; TABLA VI) la población de protozoarios. Lo anterior se pudo relacionar con un aumento de protozoarios ciliados, los cuales incrementa hasta seis veces su población al incluir carbohidratos solubles en la dieta [12, 17]. A pesar de que se ha documentado la presencia de altos niveles de taninos condensados y saponinas en el cocoíte, que puede reducir la concentración de protozoarios ruminales a menos del 5% [10, 13]; aun no está claro su papel como agente defaunante, encontrándose en la literatura, aumento en la población de protozoarios, cuando se proporciona cocoíte con cogollo de caña de azúcar y bloque de melaza-urea [4, 13]; pero cuando se proporcionó cocoíte con caña de azúcar, no se observaron cambios [38]. De igual forma, la información no es concluyente en morera y tulipán, existiendo reportes en cabras, donde el consumo de tulipán causó disminución en la concentración de protozoarios [37]. En contraste, no se encontró variación en estas

poblaciones, al adicionar la fracción insoluble de tulipán y la fracción soluble de morera a un medio de cultivo *in vitro* [21].

A pesar de que la concentración de protozoarios reportada para los tratamientos con tulipán y morera fueron similares a la obtenida con cocoíte, estudios recientes ha demostrado que *Gliricidia sepium* presenta mayor cantidad de taninos totales [10, 22], lo cual podría relacionarse con una población inferior de protozoarios.

Un hallazgo importante, determinó un efecto inmediato (4 días) en la reducción de protozoarios al suplementar con *S. sesban*, lo que se asoció con su alto contenido de saponinas; sin embargo, a los 42 días de aportar este arbusto forrajero, la población de protozoarios se reestableció, similar a la concentración existente antes de adicionar *S. sesban*, relacionándose con la degradación del componente defaunante, por las bacterias ruminales [29]. Este fenómeno puede ser congruente con los resultados obtenidos, al no observarse cambios en las poblaciones de protozoarios a los 90 días de suministrar harina de cocoíte, morera o tulipán.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que la harina de tulipán mostró potencial como suplemento para corderos en pastoreo, ya que superó el consumo de las otras arbustivas, mejoró el consumo de materia seca y propició la ganancia de peso más alta, presentando resultados similares a los obtenidos con el concentrado comercial. Por el contrario, la harina de cocoíte obtuvo el consumo más bajo de suplemento y la menor ganancia de peso, resultando similar a la observada en animales que permanecieron solamente en pastoreo.

La suplementación a corderos en pastoreo con harina de forrajes arbustivos tropicales, no modificó los valores de pH ruminal, la concentración de nitrógeno amoniacal, ni la proporción molar de ácidos grasos volátiles. Sin embargo, la suplementación con harina de morera disminuyó la población de bacterias ruminales y el uso de concentrado incrementó las poblaciones de protozoarios.

De acuerdo a estos resultados, se recomienda el uso de tulipán como sustituto de concentrado comercial, en la suple-

TABLA VI

CONCENTRACIÓN DE BACTERIAS TOTALES Y PROTOZOARIOS EN LÍQUIDO RUMINAL DE CORDEROS EN PASTOREO SUPLEMENTADOS CON HARINA DE TRES ARBUSTIVAS FORRAJERAS / TOTAL BACTERIA AND PROTOZOO CONCENTRATION IN RUMINAL FLUID OF GRAZING LAMBS SUPPLEMENTED WITH FLOUR OF THREE FORAGE SHRUBS

| Variable | Tratamientos | | | | | C.V. |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ | |
| Bacterias totales, $1 \times 10^8 \text{ mL}^{-1}$ | 45,0 ^a | 15,0 ^a | 7,5 ^a | 1,1 ^b | 15,0 ^a | 7,57 |
| Protozoarios, $1 \times 10^4 \text{ mL}^{-1}$ | 20,73 ^b | 96,01 ^a | 17,28 ^b | 24,07 ^b | 26,07 ^b | 33,0 |

T₁ = Pastoreo en estrella africana. T₂ = T₁ + concentrado comercial. T₃ = T₁ + harina de cocoíte. T₄ = T₁ + harina de morera. T₅ = T₁ + harina de tulipán. ^{a, b, c} = Medias en la misma hilera con distinta literal son diferentes (Tukey, $P < 0,05$).

mentación de corderos en pastoreo en el trópico. Así mismo, se recomienda evaluar cantidades crecientes de harina de esta arbustiva, para mejorar el comportamiento productivo.

También es importante estudiar el papel de los compuestos secundarios que pueden estar afectando la utilización de estos forrajes arbustivos, haciendo especial énfasis en la edad del rebrote de las plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 12th Ed. Washington, D. C. 1018 pp. 1990.
- [2] ARAYA, J.; BENAVIDES, J.E.; ARIAS, R.; RUIZ, A. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. **Memorias del II Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería y Rumiantes Menores**. Turrialba, 16 al 19 de octubre. Costa Rica. 45pp. 1993.
- [3] BENAVIDES, J.E. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. **Agrofor. en las Amér.** 5:27-31. 1995.
- [4] BENNEKER, C.H.; VARGAS, J.E. Estudio del consumo voluntario de cinco procedencias de matarratón (*Gliricidia sepium*) realizado con ovejas africanas alimentadas con tres dietas diferentes. **Livestock Research for Rural Development**. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. <http://www.cipav.org.co/lrrd>. 6(1). 1994
- [5] COBOS, P.M.A.; YOKOYAMA, M.T. *Clostridium paraputrificum* var. *Ruminantium*: Colonisation and degradation of shrimp carapaces *in vitro* observed by scanning electron microscopy. In: Wallace, R. J. and A. Lahloukassi (Eds.), **Rumen Ecology Research Planning**. Proceedings of a Workshop Held at ILRI, Addis Ababa, Ethiopia. 151-162pp. 1995.
- [6] CRUZ, L.C. Producción de ovinos en pastoreo en praderas de clima tropical. **Memorias del Curso internacional sobre alimentación ovina**. AMENA. Morelos, México. 24 al 28 de octubre. 14-21pp. 1999.
- [7] DÍAZ, A.; AVENDAÑO, M.; ESCOBAR, A. Evaluation of *Sapindus saponaria* as a defaunating agent and its effects on different ruminal digestion parameters. **Livestock Research for Rural Development**. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. <http://www.cipav.org.co/lrrd>. 5(2). 1993.
- [8] DÍAZ, Y.; ESCOBAR, A.; VIERA, J. Efecto de la sustitución parcial del suplemento convencional por follaje de pachecoa (*Pachecoa venezuelensis*) o gliricidia (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de corderos postdestete. **Livestock Research for Rural Development**. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. <http://www.cipav.org.co/lrrd>. 7(1). 1995.
- [9] ESPINOZA, M.E. Efecto del sitio y de la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de la biomasa de tres variedades de Morera (*Morus alba*) en diferentes sitios ecológicos de Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. (Tesis de Maestría) 84 pp. 1996.
- [10] ESPINOSA, V.E. Evaluación de la capacidad defaunante *in vitro* de leguminosas y arbustivas forrajeras. Programa de Ganadería. IREGEP. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. (Tesis de Maestría). 70 pp. 1999.
- [11] ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E. Volatile fatty acids analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. **J. Dairy Sci.** 44: 1768-1771. 1961.
- [12] FAICHNEY, G.J.; PONCET, C.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P.; MILLET, L.; DORÉ, J.; BROWNLEE, G.A. Effect of concentrates in a hay diet on the contribution of anaerobic fungi, protozoa and bacteria to nitrogen in rumen and duodenal digest in sheep. **Anim. Feed Sci. Technol.** 64: 193-213. 1997.
- [13] GALINDO, J.; ALDAMA, A.I.; MARRERO, Y.; GONZÁLEZ, N. Efecto de *Sapindus saponaria* en los géneros de protozoos y poblaciones de bacterias ruminales. **Rev. Cub. Cien. Agrí.** 34: 353-358. 2000.
- [14] GEERKEN, C.M.; CALZADILLA, D.; GONZÁLEZ, R. Aplicación de la técnica de dos marcadores para medir el consumo de pasto y la digestibilidad de la ración de vacas en pastoreo suplementadas con concentrado. **Past. y Forr.** 10:266-273. 1987.
- [15] GOERING, M.K.; VAN SOEST, D.J. **Forage fibre analysis (apparatus reagents, procedures and some applications)**. Agriculture Hand Book No. 379. Department of Agriculture. USA. 20 pp. 1991.
- [16] HARRIGAN, W.F.; McCANCE, M.E. **Métodos de Laboratorio en Microbiología de Alimentos y Productos Lácteos**. Ed. Academia. León, España. 361-366pp. 1979.
- [17] HILLMAN, K.; WILLIAMS, A.G.; LLOYD, D. Postprandial variations in endogenous metabolic activities of ovine rumen ciliate protozoa. **Anim. Feed Sci. Technol.** 52: 237-247. 1995.
- [18] KAITHO, R.J.; UMUNNA, N.N.; NSAHLAI, I.V.; TAMMINGA, S.; VAN BRUCHEM, J.; HANSON, J. Palatability of wilted and dried multipurpose tree species fed to sheep and goats. **Anim. Feed Sci. Technol.** 65: 151-163. 1997.

- [19] KEULEN, J.V.; YOUNG, B.A. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. **J. Anim. Sci.** 44: 282-287. 1977.
- [20] KUSMARTONO, J. Effect of supplementing Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L) wastes with urea or leaves of *Gliricidia sepium* on feed intake and digestion in sheep and steers. Malang, Indonesia. Livestock Research for Rural Development. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. <http://www.cipav.org.co/lrrd>. 14 (2). 2002.
- [21] LEY, D.C.A. Evaluación de técnicas *in vitro* para el estudio de la capacidad desfaunante de fármacos y plantas. Programa de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. (Tesis de Maestría). 87pp. 2003.
- [22] LÓPEZ, J. Los condensados, una alternativa para mejorar la productividad y controlar taninos Nematodos gastroentéricos en rumiantes en el trópico. **Memorias del diplomado "La productividad animal en pastoreo"**. H. Cárdenas, Tabasco, México. 38-47pp. 2001.
- [23] MALDONADO, G.N.M. Evaluación de leñosas tropicales para la alimentación de rumiantes en el Estado de Tabasco. UNAM. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. FES-Cuatitlán, México. (Tesis de Maestría). 63 pp.2001.
- [24] McCULLOUGH, H. The determination of ammonia of in whole blood by direct colorimetric method. **Clin. Chem. Acta.** 17:297-304. 1967.
- [25] MELÉNDEZ, N.F.; GONZÁLEZ, M.J.A.; PÉREZ, P.J. **Manejo Tecnológico del Pasto Estrella de África en el Trópico**. Gob. Edo. de Tabasco. Instituto Para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Tabasco, México. 77pp. 2000.
- [26] MELÉNDEZ, N.F. Potencial forrajero de algunos arborescences tropicales en Tabasco. **Memorias de la II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles**. Tabasco, 20 al 22 de junio. México. 50pp. 2001.
- [27] MERCKEL, R.C.; POND, K.R.; BURNS, J.C.; FISHER, D.S. Intake, digestibility and nitrogen utilization of three tropical legumes. I. As sole feeds compared to *Asystasia intrusa* and *Brachiaria brizantha*. **Anim. Feed Sci. Technol.** 82: 91-106. 1999.
- [28] MOCHIUTTI, S.; TORRES, M.; OVIEDO, F.; VALLEJO, M.; BENAVIDES, J. Suplementación de cabras lecheras con diferentes niveles de clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*). **Agrofor. en las Amér.** 5: 12-17. 1995.
- [29] NEWBOLD, C.J.; EL HASSAN, S.M.; WANG, J.; ORTEGA, M.E.; WALLACE, R.J. Influence of foliage from african multipurpose trees on activity of rumen protozoa and bacteria. **Brit. J. Nutr.** 78: 237-249. 1997.
- [30] NOCHEBUENA, G.; O'DONOVAN, P.B. The nutritional value of high-protein forage from *G. sepium*. **World Anim. Rev.** 57: 48-49. 1986.
- [31] PINTO, R.R.L.; KÚ V.J.C. Degradación ruminal de especies arbóreas nativas con potencial forrajero en el valle central de Chiapas, México. **II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles**. Tabasco, 20 al 22 de junio, México. 50pp. 2001.
- [32] ROA, V.M.L.; CÉSPEDES, S.D.A.; MUÑOZ, M.J. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados en el pie de monte llanero. **Los árboles forrajeros como fuente de proteína**. CIPAV. 2ª Ed. Cali, Colombia. 8 pp. 1999.
- [33] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). SAS User's Guide: Statistics. version 8. Cary, N.C. CD-ROM. 2001.
- [34] SILANIKOVE, N.; PEREVOLOTSKY, A.; PROVENZA, F.D. Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. **Anim. Feed Sci. Technol.** 91: 69-81. 2001.
- [35] STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. **Bioestadística. Principios y procedimientos**. 2ª Ed. McGraw Hill, México. 622 pp. 1988.
- [36] TEFEREDEGNE, B.; MCINTOSH, F.; OSUGI, P.O.; ODENYO, A.; WALLACE, R.J.; NEWBOLD, C.J. Influence of foliage from different accessions of the subtropical leguminous tree, *Sesbania sesban*, on ruminal protozoa in Ethiopian and Scottish Sheep. **Anim. Feed Sci. Technol.** 78: 11-20. 1999.
- [37] THI, H.N.N. Effect of *Sesbania grandiflora*, *Leucaena leucocephala*, *Hibiscus rosa-sinensis* and *Ceiba pentandra* on intake, digestion and rumen environment of growing goats. Livestock Research for Rural Development. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia. <http://www.cipav.org.co/lrrd>. 10(3): 12-24.1998.
- [38] VARGAS, J.E. Efecto de tres follajes arbóreos sobre el consumo voluntario y algunos parámetros de funcionamiento ruminal en ovejas africanas. Livestock Research for Rural Development Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Cali, Colombia CIPAV. <http://www.cipav.org.co/lrrd>. 5(3): 1-7. 1993.
- [39] WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; LISMA, O. The determination of Chromic oxide in faeces samples by atomic spectrophotometry. **J. Agric. Sci. (Camb)** 59: 381-382. 1962.