

EVALUACIÓN DE LOS FORRAJES DE MORERA *Morus alba* Y TULIPÁN *Hibiscus rosa-sinensis* A DIFERENTES EDADES DE CORTE COMO SUPLEMENTO PARA CORDEROS EN PASTOREO

Evaluation of white mulberry *Morus alba* and chinese hibiscus *Hibiscus rosa-sinensis* forage harvested at different ages as supplements for grazing lambs

PV Obrador-Olán, D Hernández-Sánchez ✉, EM Aranda-Ibáñez, A Gómez-Vázquez, W Camacho-Chiu, M Cobos-Peralta

(PVOO)(DHS)(EMAI)(WCCH)(MCP) Programa en Producción Agroalimentaria en el Trópico Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco Periférico Carlos A. Molina km. 3.5 86500 Ap. 24. sanchezd@colpos.mx. (AGV) División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Artículo recibido: 5 de diciembre de 2005, **aceptado:** 16 de octubre de 2007

RESUMEN. Se evaluaron las respuestas productiva y metabólica de corderos en pastoreo suplementados con dos arbustos forrajeros, *Morus alba* (M) e *Hibiscus rosa-sinensis* (T). Se utilizaron 32 corderos criollos (Pelibuey x Dorper o Black Belly) con un peso vivo promedio de 18.33 ± 1.56 k. El tiempo del estudio fue de 90 días. Los animales permanecieron en pastoreo continuo y por las tardes se suplementaron ($300 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$) de acuerdo con los siguientes ocho tratamientos: sólo pastoreo (P), P + concentrado (P + C), P + M de 60 días (P + M60), P + M de 90 días (P + M90), P + M de 120 días (P + M120), P + T de 60 días (P + T60), P + T de 90 días (P + T90) y P + T de 120 días (P + T120). Se midieron el consumo de suplemento (CS), el consumo de forraje (CF), la ganancia diaria de peso (GDP), el pH, y la concentración de N-NH₃ y de ácidos grasos volátiles (AGV). Las poblaciones de bacterias totales (BT) y protozoarios (PR) fueron determinadas en muestras de líquido ruminal. Los datos fueron estadísticamente analizados con un diseño completamente al azar y la prueba de Tukey para comparación de medias. P + C y P + T60 mejoraron significativamente ($p < 0.05$) el CS. P registró el CF máximo ($p < 0.05$). Los tratamientos P + C y P + T90 incrementaron la GDP. En contraste, P + M90 originó la mínima GDP. En el pH y N-NH₃ no se observaron cambios significativos entre tratamientos ($p > 0.05$). Sin embargo, P + M60 y P + M90 incrementaron ($p < 0.05$) la producción total de AGV. El tratamiento P + C aumentó ($p < 0.05$) BT y PR. En base a las ventajas y desventajas de cada tratamiento sobre las variables evaluadas se recomienda el uso de la morera *M. alba* y el tulipán *H. rosa-sinensis*, cosechados a 60 y 90 d, respectivamente, como suplemento alimenticio para corderos en pastoreo.

Palabras clave: *Morus alba*, *Hibiscus rosa-sinensis*, edad de corte, corderos, suplemento, pastoreo.

ABSTRACT. The performance and metabolic behaviour of grazing lambs supplemented with *Morus alba* (M) and *Hibiscus rosa-sinensis* (T) were evaluated. A total of 32 male crossbreeding lambs (Pelibuey x Dorper or Black Belly) with an average body weight of 18.33 ± 1.56 k were studied during 90 days. The animals were allowed to graze continuously and were supplemented ($300 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$) in the afternoons according to the following eight treatments: only grazing (P), P + concentrate (P + C), P + M 60 days old (P + M60), P + M 90 days old (P + M90), P + M 120 days old (P + M120), P + T 60 days old (P + T60), P + T 90 days old (P + T90) and P + T 120 days old (P + T120). Data were recorded for supplement intake (SI), forage intake (FI), daily weight gain (DWG), pH, and the concentration of N-NH₃ and volatile fatty acids (VFA). Total bacteria (TB) and protozoan (PR) populations were measured in rumen fluid samples. Data were statistically analysed with a complete randomised design, and Tukey's test was used to compare means. P + C and P + T60 significantly improved ($p < 0.05$) the SI. P evidenced the greatest ($p < 0.05$) FI. The P + C and P + T90 treatments increased DWG, whereas P + M90 produced the lowest DWG. Variations in pH and N-NH₃ were not significant among treatments ($p > 0.05$). However, P + M60 and P + M90 increased ($p < 0.05$) total VFA production. The P + C treatment increased ($p < 0.05$) TB and PR concentrations. Considering the advantages and disadvantages of each treatment on the evaluated variables, the use of white mulberry *M. alba* and chinese hibiscus *H. rosa-sinensis* harvested at 60 and 90 d respectively, is suggested as supplement for grazing lambs.

Key words: *Morus alba*, *Hibiscus rosa-sinensis*, age at harvesting, lambs, supplements, grazing.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Tabasco se registró una población aproximada de 57 694 ovinos en el año 2004, de la cual se produjeron en dicho año 212.25 t de carne, que significaron 479 800 dólares (Anónimo 2004). En la entidad, las extensiones de praderas existentes sustentan que el sistema de alimentación de ovinos más rentable se base en los pastos, los cuales, en su mayoría son especies nativas. Sin embargo, la estacionalidad en la producción, el bajo contenido de proteína (<8 %) y alto grado de lignificación de estas gramíneas tropicales, propician bajos niveles de digestibilidad (50 %) e interfieren en los niveles productivos que los animales registran al consumir este tipo de forraje (Cárdenas et al. 2003; Juárez et al. 2004).

En las regiones tropicales, la tendencia a utilizar el follaje de especies arbustivas para la producción animal ha estado vigente en los últimos años, y cobra importancia en respuesta al potencial de producción de nutrientes en las arbóreas, que se relaciona con altos niveles de proteína cruda (>18 %), alta digestibilidad, excelente balance de minerales y por la capacidad de producir forraje aún en época de sequía (Hove et al. 2001). En este sentido, trabajos recientes sugieren el empleo del follaje de plantas arbustivas con potencial forrajero, como complemento alimenticio para corregir las deficiencias de nutrientes que presentan los pastos en las regiones tropicales. Sin embargo, la presencia de taninos en el follaje de arbustivas forrajeras se ha relacionado con problemas de toxicidad, palatabilidad y efectos adversos sobre la respuesta productiva del animal (Thi 1998; Silanikove et al. 2001; Min et al. 2003), en donde la edad de rebrote juega un papel importante en la concentración de estos compuestos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta productiva y metabólica de corderos en pastoreo mediante el uso de follaje proveniente de dos arbustivas, *Morus alba* e *Hibiscus rosa-sinensis*, a tres edades de rebrote como suplemento alimenticio. Los resultados sustentarán el potencial de uso de dos especies arbustivas forrajeras de alta disponibilidad para la ovinocultura en la región del trópico húmedo, para complementar el bajo aporte de proteína de los pastos con el forraje de *Morus alba* o *Hibiscus rosa-sinensis*, y así mejorar la productividad y hacer más rentable la producción

ovina de esta región, en forma sustentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Campo Experimental y en el Laboratorio de Ciencia Animal del Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Un ensayo de respuesta productiva se desarrolló con ovinos en crecimiento. El periodo de evaluación comprendió la época seca, de marzo a mayo (90 días), con 15 días de adaptación a la dieta, previos al inicio del experimento.

Treinta y dos corderos con encaste de Pelibuey, Dorper y Black Belly (18.33 ± 1.56 kg PV inicial) se utilizaron para este ensayo, los cuales permanecieron en pastoreo continuo de 7:00 a 16:00 h en una pradera de zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*), con una asignación de forraje (base seca) de 3 %, con respecto al peso vivo de los corderos. Después del pastoreo (16:00 h), los animales se alojaron en corraletas individuales, donde se les proporcionó un suplemento de acuerdo a los tratamientos evaluados: sólo pastoreo en zacate estrella (P), P más concentrado (P + C), P más *M. alba* de 60 días de rebrote (P + M60), P más *M. alba* de 90 días de rebrote (P + M90), P más *M. alba* de 120 días de rebrote (P + M120), P más *H. rosa-sinensis* de 60 días de rebrote (P + T60), P más *H. rosa-sinensis* de 90 días de rebrote (P + T90), P más *H. rosa-sinensis* de 120 días de rebrote (P + T120). El aporte de suplemento fue de 300 g MS animal⁻¹ d⁻¹, para cubrir el 50 % (60 g d⁻¹) de los requerimientos de proteína de la dieta de los corderos (Anónimo 1985). Los animales del grupo testigo (P) permanecieron en pastoreo, con acceso al área de las corraletas por la noche. A todos los corderos se les proporcionó sal mineral (Rumisal®; P, 5.0; Ca, 13.0; Na, 10.9; Cl, 20.0; Fe, 0.43; Mg, 0.33; Mn, 0.02; Cu, 0.08; I, 0.004 y Zn, 0.008 %) y agua a libre acceso.

Al inicio del experimento, los corderos fueron pesados, identificados, vitaminados con ADE (Compol®, 2 ml animal⁻¹) y desparasitados interna (Ripercol® al 12 %, 1 ml animal⁻¹) y externamente (Neguvon®, 1 ml animal⁻¹). Posteriormente los corderos fueron asignados de manera aleatoria, a los tratamientos.

El material vegetativo empleado para elabo-

rar los suplementos alimenticios de *M. alba* e *H. rosa-sinensis* se obtuvo de plantaciones con un año de establecimiento, ubicadas en el Campo Experimental donde se realizó el ensayo de crecimiento. Después de un corte de uniformización, se cosechó el forraje a una altura de 40 cm, para cada edad de rebrote (60, 90 y 120 días). El material cosechado se separó en biomasa comestible (hojas y tallos tiernos) y material no comestible (tallos leñosos). En un área de 5 x 15 m, cubierta y con piso de concreto, la biomasa comestible fue secada, extendida en capas de 10 cm y removida diariamente para favorecer el secado. Una vez deshidratado (85% de materia seca), 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. A intervalos de 15 días, se recolectaron muestras de los suplementos y del pasto estrella africana para analizar su contenido de: materia seca (MS), proteína total (PT), de acuerdo a los métodos propuestos por Anónimo (1990), y fibra insoluble en detergente neutro (FDN) mediante la metodología descrita por Goering & van Soest (1991). Así mismo, la concentración de taninos condensados libres y totales se determinó mediante la técnica de Terrill *et al.* (1992) modificada por López *et al.* (2004) (Tabla 1).

VARIABLES DE ESTUDIO

Consumo de materia seca del suplemento. El consumo del suplemento (g MS d⁻¹) se calculó como la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado, evaluado diariamente.

Consumo de materia seca del forraje. El consumo de forraje (g MS d⁻¹) se determinó usando óxido de cromo (Cr₂O₃) como marcador externo y las cenizas insolubles en ácido (CIA) como marcador interno (Geerken *et al.* 1987). A 70 días de inicio del experimento, se dosificó 1 g de Cr₂O₃ durante 15 días consecutivos. En los últimos cinco días de la dosificación con óxido de cromo se recolectaron muestras de heces directamente del recto para determinar la concentración de cromo y CIA. Las muestras de heces se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta alcanzar un peso constante. Las heces fueron molidas en un molino de martillos

marca Thomas Willey® con malla de 1 mm y se formó una muestra compuesta de los cinco días de colecta por cada animal.

El contenido de cenizas insolubles en ácido (CIA) se determinó mediante el método desarrollado por Keulen & Young (1977) y la concentración de cromo en heces se determinó en un espectrofotómetro de absorción atómica mediante la técnica propuesta por Williams *et al.* (1962).

La producción de materia seca fecal se calculó con la siguiente fórmula descrita por Church (1988)

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

El consumo de forraje (kg MS d⁻¹) para cada cordero se estimó con la fórmula descrita por Geerken *et al.* (1987) considerando las CIA.

$$\text{Consumo de MS del pasto (g d}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{CIA}_H \times \text{PTH}) - (\text{CIA}_S \times \text{CTS})}{\text{CIA}_P}$$

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 kg⁻¹ MS.

De esta forma el consumo de forraje se estimó restando la contribución de cenizas insolubles en ácido provenientes del consumo de suplemento (Geerken *et al.* 1987).

Ganancia diaria promedio (g d⁻¹). Los animales se pesaron al inicio del experimento y posteriormente cada 28 días, sin previo ayuno (8:00 h), obteniendo el peso promedio registrado por tres días consecutivos, y dividiendo el resultado entre los días transcurridos entre un pesaje y otro.

Conversión alimenticia. La conversión alimenticia se obtuvo como la relación del consumo promedio total de materia seca (pasto + suplemento) dividida entre la ganancia diaria promedio.

Muestreo de líquido ruminal. Las muestras de líquido ruminal de cuatro animales por cada tratamiento se recolectaron al final de la fase experimental, 4 h después de haber ofrecido el complemento,

Tabla 1. Composición química del pasto estrella y de los suplementos. MS= materia seca, PT= proteína total, FDN= fibra detergente neutro, TCL= taninos condensados libres, TCT= taninos condensados totales, M60= morera de 60 días, M90= morera de 90 d, M120= morera de 120 días, T60= tulipán de 60 días, T90= tulipán de 90 días, T120= tulipán de 120 días. ^{a,b,c,d} = medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey; p <0.05), ND= no determinado. CV = coeficiente de variación.

Table 1. Chemical composition of star grass and supplements.

	Alimento	MS %	PT	FDN g kg ⁻¹	FDN de MS
Pasto estrella	20.5 ^c	6.1 ^d	75.5 ^a	0.0 ^d	5.2 ^c
Concentrado	93.5 ^a	14.5 ^b	27.9 ^d	ND	ND
M60	87.5 ^b	16.7 ^a	48.7 ^b	4.5 ^c	18.6 ^a
M90	85.1 ^b	13.8 ^b	48.5 ^b	7.7 ^a	19.2 ^a
M120	85.4 ^b	10.8 ^c	47.7 ^b	5.4 ^b	15.3 ^b
T60	84.6 ^b	17.5 ^a	48.4 ^b	4.3 ^c	14.6 ^b
T90	86.3 ^b	12.7 ^b	47.8 ^b	3.9 ^c	13.1 ^b
T120	85.6 ^b	10.5 ^c	41.7 ^c	5.7 ^b	14.9 ^b
CV	12.3	14.1	6.8	10.2	9.4

mediante el uso de una sonda esofágica. Para evitar la contaminación con saliva, se desecharon los primeros 20 ml extraídos, después de los cuales se obtuvo la muestra. En estas muestras se analizaron el pH ruminal, la concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH₃), concentración de ácidos grasos volátiles y bacterias totales.

El pH ruminal se midió al momento de recolectar el líquido ruminal, con un potenciómetro marca Orión (Modelo SA 210). Para medir la concentración de N-NH₃ se recolectaron 10 ml de líquido ruminal y se filtraron con una gasa 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 (McCullough 1967). La concentración de ácidos grasos volátiles se determinó por cromatografía de gases, mediante el método descrito por Erwin et al. (1961), y las muestras de las bacterias totales fueron recolectadas de líquido ruminal y filtradas a través de gasas para eliminar el exceso de partículas. A una muestra de 5 ml de líquido ruminal, se añadieron 5 ml de formaldehído al 15 % para preservar las bacterias ruminales en refrigeración (4 °C) hasta su análisis.

La concentración de bacterias totales se estimó mediante conteos de bacterias en una cámara de Petroff-Hauser, con ayuda de un microscopio de contraste Zeiss con objetivo 100 x y ocular de 10 x.

Se diluyeron 0.5 ml de muestra en 4.5 ml de agua destilada estéril, se homogeneizó con un vórtex y se extrajo una alícuota con una pipeta Pasteur, y por capilaridad se depositó en las cavidades de la cámara. Las bacterias se contaron dentro de las celdas de la cámara y al final se obtuvo la media poblacional, procedente de dos lecturas, para cada muestra. Para estimar la concentración de bacterias totales se utilizó la fórmula propuesta por Ángeles et al. (1998):

Concentración de bacterias totales = media x (5 x 10⁸) x factor de dilución

donde la media es la suma de bacterias totales contabilizadas, dividida entre el número de conteos, 5 x 10⁸ hace referencia al volumen de la celda en la cámara 0.05 mm de ancho, 0.05 mm de largo y 0.02 mm de profundidad, y origina un volumen de 0.00005 m³, es decir 5 x 10⁻⁵. Por regla de tres 1 cm³ es igual a 1 x 10³, entonces 1 x 10⁻⁵ es igual a 5 x 10⁸; que es finalmente el volumen de muestra en el cual se hizo la lectura en la cámara. El factor de dilución es el inverso del factor de dilución aplicado a la muestra.

Protozoarios totales. El conteo de protozoarios se realizó con muestras preservadas de manera similar al conteo de bacterias totales. Una cámara de Neubauer y un microscopio electrónico con objetivo 40 x fueron utilizados para esta evaluación. Con una pipeta tipo Pasteur se llenaron las cavidades de la

cámara y se procedió al conteo. Realizado el conteo de protozoarios, se calculó el promedio para cada una de las muestras. Para estimar el conteo total de protozoarios se utilizó la fórmula empleada por Ángeles *et al.* (1998), donde:

$$\text{Protozoarios ml}^{-1} = (\text{promedio de protozoarios}) (\text{factor de dilución}) (10^4).$$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño aplicado fue completamente al azar con ocho tratamientos. Cuatro repeticiones se asignaron por tratamiento, donde cada cordero representó la unidad experimental. Los datos se analizaron mediante el procedimiento PROC GLM (Anónimo 2001). La comparación de medias de tratamientos se realizó con la prueba de Tukey (Steel & Torrie 1988). Para las variables ganancia diaria de peso y consumo de suplemento se utilizó el peso vivo inicial como covariable.

RESULTADOS

El contenido de proteína disminuyó ($p < 0.05$) 35.3 y 40 % en *M. alba* e *H. rosa-sinensis*, respectivamente, cuando la edad de rebrote cambió de 60 a 120 días (Tabla 1). Entre especies no hubo diferencia ($p > 0.05$) al cosechar el forraje a la misma edad de corte. Sin embargo, al comparar el contenido de proteína de las arbustivas con el concentrado comercial, el nivel de este nutriente fue estadísticamente superior, similar e inferior a los 60, 90 y 120 días de rebrote, respectivamente. El pasto estrella siempre mantuvo un contenido de proteína inferior ($p < 0.05$) al de los suplementos evaluados.

El contenido de FDN no cambió significativamente ($p > 0.05$) entre especies ni entre edades de corte. Sin embargo, el nivel registrado en el pasto estrella resultó superior ($p < 0.05$) al de las arbustivas en sus diferentes edades de corte.

Al comparar entre especies y edades de corte, el contenido de taninos condensados libres más alto ($p < 0.05$; Tabla 1) se registró en *M. alba* a los 90 días de rebrote. Asimismo, los niveles más altos ($p < 0.05$) de taninos condensados totales se determinaron en *M. alba* a los 60 y 90 días de corte, sin existir cambios en las concentraciones de estos compuestos en edades de rebrote posteriores.

El consumo de los suplementos evaluados en los tratamientos P + C y P + T60 se incrementó significativamente durante el primer mes del experimento (Tabla 2). En el segundo y tercer mes, el consumo de suplemento se mantuvo similar entre tratamientos ($p > 0.05$); solamente el grupo P + M90 presentó el consumo más bajo ($p < 0.05$).

El mayor ($p < 0.05$) consumo se estimó en P + C, P + M60, P + T60 y P + T120, lo cual se reflejó en el CDP. La mayor ($p < 0.05$) contribución del pasto estrella al consumo de materia seca total (CMST; Tabla 2) se registró en los corderos que permanecieron sin suplementación, y el menor CMST ($p < 0.05$) se observó en los tratamientos P + M90 y P + M120.

Los incrementos de peso (Tabla 3) se relacionaron con el consumo de suplemento y los corderos de los tratamientos P + C, P + M60, P + T90 y P + T120 se destacaron durante el periodo experimental por manifestar las ganancias de peso más altas ($p < 0.05$). Sin embargo, en la ganancia diaria promedio (GDP) solamente el tratamiento P + T90 reflejó potencial productivo frente a los demás suplementos que implicaron forraje de arbustivas. Por el contrario, el grupo P + M90 causó la ganancia de peso más baja ($p < 0.05$) entre los grupos suplementados y resultó similar al grupo que no recibió suplemento.

En función de los resultados obtenidos de consumo y ganancia de peso, los corderos que presentaron la mejor ($p < 0.05$) conversión alimenticia (CA) fueron los de los tratamientos P + C, P + M120, P + T60 y P + T90 (Tabla 3). En contraste, el consumo de corderos no suplementados fue significativamente mayor a los suplementados.

El pH y en la concentración de nitrógeno amoniacal en rumen no variaron significativamente con respecto a los suplementos evaluados (Tabla 4). Sin embargo, el tratamiento con P + M60 incrementó significativamente la concentración del ácido acético, propiónico y butírico. Una respuesta similar fue observada en los corderos del grupo P + M90.

Las población total de bacterias y protozoarios ruminales se incrementó ($p < 0.05$) en más de 80 % por el aporte de P + C (Tabla 5), con relación al grupo testigo (P). Por el contrario, la población bacteriana determinada en el grupo suplementado con P + M90 fue baja ($p < 0.05$) y sólo representó

Tabla 2. Consumo de materia seca de corderos en pastoreo suplementados con forraje de morera y tulipán. ^{a,b,c} = medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey; $p < 0.05$). CDP= consumo diario promedio de suplemento. ¹. CMST= consumo de materia seca total incluye consumo de suplemento más el consumo de pasto. P= sólo pastoreo, P + C = pastoreo más alimento comercial, P + M60 = pastoreo más morera de 60 días, M90 = pastoreo más morera de 90 días, P + M120 = pastoreo más morera de 120 días, P + T60 = pastoreo más tulipán de 60 días, P + T90 = pastoreo más tulipán de 90 días, P + T120= pastoreo más tulipán de 120 días, CV = coeficiente de variación.

Table 2. Dry matter intake of grazing lambs supplemented with white mulberry and chinese hibiscus forage.

Tratamientos	Consumo de suplemento por mes				CMST ¹
	1	2	3	CDP	
	g MS d ⁻¹				
P	0.0	0.0	0.0	0.0	1288.2 ^a
P+C	191.6±11.1 ^a	300.4±11.9 ^a	300.7±8.4 ^a	264.3±7.2 ^a	830.1 ^b ^{bc}
P+M60	133.9±11.2 ^{bc}	293.2±12.0 ^{ab}	297.5±8.5 ^a	241.5±7.2 ^{bc}	994.0 ^b
P+M90	30.1±11.3 ^d	91.6±12.0 ^c	232.6±8.5 ^b	118.1±7.3 ^d	712.2 ^c
P+M120	152.9±11.3 ^b	276.4±12.0 ^{ab}	286.7±8.6 ^a	238.7±7.3 ^{bc}	609.4 ^c
P+T60	164.3±11.8 ^{ab}	293.2±12.6 ^{ab}	302.8±8.9 ^a	253.4±7.6 ^{ab}	837.0 ^{bc}
P+T90	101.9±11.5 ^c	261.9±12.2 ^b	298.0±8.7 ^a	220.6±7.4 ^c	800.5 ^{bc}
P+T120	145.4±11.3 ^b	294.4±12.0 ^{ab}	286.0±8.6 ^a	241.9±7.3 ^{bc}	961.1 ^b
CV	16.9	9.1	5.9	6.3	17.1

Tabla 3. Ganancia diaria de peso (g d⁻¹) y conversión alimenticia de corderos en pastoreo suplementados con forraje de morera y tulipán. ^{a,b,c}= medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey; $p < 0.05$). P= sólo pastoreo, P + C= pastoreo más alimento comercial, P + M60= pastoreo más morera de 60 días, M90 = pastoreo más morera de 90 días, P + M120 = pastoreo más morera de 120 días, P + T60= pastoreo más tulipán de 60 días, P + T90 = pastoreo más tulipán de 90 días, P + T120= pastoreo más tulipán de 120 días, GDP = ganancia diaria promedio en el experimento, CA = conversión alimenticia, CV = coeficiente de variación.

Table 3. Daily weight gain (g d⁻¹) and feeding efficiency of grazing lambs supplemented with white mulberry and chinese hibiscus forage.

Tratamiento	Mes			GDP, g d ⁻¹	CA
	1	2	3		
P	21.7±9.9 ^c	89.4±7.2 ^{cd}	118.8±6.0 ^{bc}	76.5±4.3 ^{de}	17.2±1.2 ^a
P+C	109.5±9.9 ^a	144.5±7.2 ^a	141.4±6.0 ^a	131.6±4.3 ^a	6.2±1.2 ^c
P+M60	48.7±10.0 ^{bc}	101.7±7.3 ^{bc}	121.1±6.0 ^{bd}	90.5±4.3 ^c	11.0±1.2 ^b
P+M90	21.3±11.4 ^c	80.3±7.3 ^d	87.3±7.0 ^g	65.6±4.3 ^{ef}	11.2±1.2 ^b
P+M120	45.7±10.1 ^{bc}	109.0±7.3 ^{bc}	113.4±6.0 ^{def}	89.3±4.3 ^c	7.0±1.2 ^c
P+T60	62.7±10.4 ^b	117.0±7.6 ^b	97.1±6.3 ^{fg}	91.9±4.5 ^c	8.8±1.3 ^{bcd}
P+T90	72.4±10.2 ^b	118.8±7.4 ^b	133.5±6.1 ^{ab}	107.9±4.4 ^b	7.2±1.2 ^c
P+T120	20.7±10.1 ^c	116.5±7.3 ^b	122.7±6.0 ^{bd}	86.6±4.3 ^{cd}	11.3.0±1.2 ^b
CV	38.7	13.2	10.1	9.3	24.6

el 50 % de la población existente en el tratamiento que recibió P + C.

DISCUSIÓN

El potencial nutritivo de las arbustivas forrajeras está en función del aporte de proteína a la dieta de los rumiantes. En el caso de *M. alba* e *H. rosa-sinensis* se mencionó una contribución de 20 y 18 % PC, respectivamente (Benavides 2000; Roa et

al. 2001; González & Cáceres 2002). No obstante, los resultados de este trabajo mostraron niveles inferiores de este nutriente, los cuales se relacionaron con la edad de rebrote de la planta, aspecto que pocos estudios consideran al evaluar especies arbustivas como forraje. Una reducción en el contenido de proteína al incrementarse la edad de rebrote se relacionó con la disminución en la relación hoja:tallo tierno presentes en la biomasa comestible de la arbustivas en estudio (Benavides 2000; Martín et al.

Tabla 4. Parámetros ruminales de corderos en pastoreo suplementados con morera y tulipán. ^{a,b,c}= medias con letra distinta en la misma columna son diferentes (Tukey; $p < 0.05$). P= sólo pastoreo, P + C = pastoreo más alimento comercial, P + M60 = pastoreo más morera de 60 días, M90 = pastoreo más morera de 90 días, P + M120 = pastoreo más morera de 120 días, P + T60 = pastoreo más tulipán de 60 días, P + T90 = pastoreo más tulipán de 90 días, P + T120= pastoreo más tulipán de 120 días, CV = coeficiente de variación.

Table 4. Ruminal parameters of grazing lambs supplemented with white mulberry and chinese hibiscus forage.

Tratamientos	pH	N-NH ₃ mg dl ⁻¹	Acético	Propiónico mmol l ⁻¹	Butírico
P	6.6 ^a	14.9 ^a	29.3 ^b	6.1 ^c	3.7 ^c
P+C	6.8 ^a	13.2 ^a	28.7 ^b	6.4 ^c	4.1 ^c
P+M60	6.6 ^a	13.7 ^a	56.1 ^a	20.7 ^a	10.8 ^a
P+M90	6.5 ^a	13.4 ^a	51.4 ^a	16.3 ^b	8.8 ^b
P+M120	6.8 ^a	15.5 ^a	36.1 ^b	9.0 ^c	4.4 ^c
P+T60	6.9 ^a	13.9 ^a	30.0 ^b	7.0 ^c	4.1 ^c
P+T90	6.7 ^a	11.3 ^a	36.5 ^b	8.2 ^c	4.3 ^c
P+T120	6.6 ^a	13.5 ^a	35.4 ^b	8.4 ^c	4.4 ^c
CV	2.9	14.9	12.3	17.1	15.2

2000). Además, los factores ambientales y la fertilidad del suelo tienen un papel importante en la composición química de estos forrajes (Espinosa & Benavides 1996). El contenido de taninos es influido por el genotipo de la planta y modulado por la misma ante factores ambientales causantes de estrés, dentro de los cuales la escasez de agua sobresale (Waterman & Mole 1995). En este sentido, el alto contenido de taninos condensados observado en *M. alba* a 90 días de rebrote pueden explicarse por el estrés hídrico que sufrió la planta cuando se cosechó en el período más crítico de la época seca. Dicha condición de sequía no afectó de forma significativa a *H. rosa-sinensis* por ser una especie nativa y adaptada a las condiciones ambientales del sitio de estudio.

El consumo observado de los suplementos elaborados a base de *M. alba* e *H. rosa-sinensis* fue creciente, conforme se desarrolló el experimento y se explica por el nivel aportado el cual fue de 1.5% del peso vivo (PV) de los corderos. Congruente con estos resultados, Thi (1998) y Maldonado (2001) registraron niveles de consumo similares cuando se ofreció *M. alba* a corderos o *H. rosa-sinensis* a cabras en crecimiento. También, un aumento en el consumo de MS total (4.8% del PV) fue observado cuando se incluyó *H. rosa-sinensis* (3% del PV) en la dieta de cabras lecheras, el cual se asoció con un aporte mayor de proteína en la dieta (Mochiutti et

al. 1995).

El bajo consumo de P + M90 se relacionó con el alto contenido de taninos condensados libres (7.7 g kg⁻¹ MS) y taninos condensados totales (19.2 g kg⁻¹ MS), presentes en *M. alba* cuando se cosecha a 90 días de rebrote (Tabla 1). Estos compuestos pudieron afectar la palatabilidad, el consumo y la digestibilidad de los forrajes arbustivos, y en casos extremos, resultan nocivos para el rumiante (Barahona et al. 1997; Priolo et al. 2000).

El consumo de materia seca total (CMST) no cambió por el aporte de los suplementos evaluados, generándose un posible efecto sustitutivo, y el incremento observado en el grupo testigo para esta variable, se pudo relacionar con el bajo aporte de nutrientes del pasto (Tabla 1), lo que implicó mayor consumo de MS para cubrir los requerimientos nutricionales de los corderos. Algunos autores han observado una disminución en la digestibilidad de la MS y menor CMST cuando la proteína de la dieta es sustituida por la de forrajes arbustivos (Díaz et al. 1993; Merckel et al. 1999), lo cual está asociado al contenido de lignina y metabolitos secundarios presentes en el follaje de árboles tropicales (Silanikove et al. 2001) y es congruente con los resultados observados en este trabajo.

La ganancia de peso de corderos en pastoreo, a falta de suplementación, es baja y oscilan entre 40 y 60 g d⁻¹ (Pérez et al. 1995). Pero la ganancia

diaria de peso vivo observadas en el grupo testigo (P), después de transcurrir el primer mes de evaluación, fueron superiores a las mencionadas por estos autores. En general, ambas arbustivas evaluadas superaron la GDP observada en el grupo testigo (P) y el aporte de P + T90 antecedió el nivel productivo que presentó el P + C. La falta de respuesta en el tratamiento con P + M90 se explicó por el reducido consumo de suplemento, el cual posiblemente estuvo relacionado con altos niveles de taninos condensados (Tabla 1).

Los cambios observados en el contenido de proteína de las arbustivas en estudio a diferente edad de rebrote explican la variación en la respuesta animal al emplear estas arbustivas como suplementos. Cambios en los niveles de proteína, también se reflejaron en la conversión alimenticia, en donde el bajo aporte de nutrientes de los suplementos implicó mayor consumo de materia seca total. Aunque varios registros en forma aislada han indicado bajo aporte de energía disponible en las arbustivas tropicales, por lo que la adición de una fuente energética al suplementar con estos forrajes, mejora el comportamiento animal (Pérez et al. 1995; Benavides 1998).

La falta de respuesta en pH y N-NH₃ es congruente con los resultados observados por otros autores, quienes tampoco encontraron cambios al suministrar arbustivas forrajeras (Roa et al. 2001; Teferedegne et al. 1999). No obstante, Newbold et al. (1997) observaron una disminución en la concentración de N-NH₃ y AGV, y un aumento en el pH al iniciar la suplementación con follaje de *Sesbania sesban*, una arbustiva tropical. Ellos señalaron que los cambios en la fermentación ruminal ocurren mientras la flora ruminal se adapta al sustrato y al paso del tiempo el patrón de fermentación se reestablece. Aunque no está claro el aumento en la concentración de AGV al suplementar con P + M60 y P + M90, posiblemente el alto nivel de digestibilidad que presenta esta arbustiva podría explicar este resultado (Benavides 2000; González & Cáceres 2002).

Las poblaciones de bacterias y protozoarios ruminales incrementaron al suplementar con concentrado (P + C), sin existir cambios en estas variables para los tratamientos que implicaron el uso de arbustivas forrajeras. El efecto de especies arbustivas

en las poblaciones bacterianas del rumen, son contrastantes y no concluyentes. Por ejemplo, algunos señalan el aumento de bacterias totales al suplementar con *Gliricidia sepium* y *Sesbania sesban*, y una disminución bacteriana al suministrar *Acacia aneura* (Newbold et al. 1997). En otro caso, no hubo diferencias al evaluar el follaje de *S. saponaria* (Galindo et al. 2000). A pesar de la importancia que tienen los compuestos secundarios en las plantas evaluadas, los niveles determinados (Tabla 1) parecerían inofensivos a los microorganismos ruminales. Sin embargo, concentraciones inferiores a 20 g kg⁻¹ MS, observadas en morera de 90 d (P + M90) indicaron una tendencia a disminuir las poblaciones bacterianas del rumen, cuando la literatura señala que estos problemas sólo ocurren con niveles superiores a 60 g kg⁻¹ MS (Ricco et al. 2003; López et al. 2004). En este sentido, los resultados de este trabajo permiten inferir que los efectos negativos de los taninos en el ambiente ruminal, más que estar influenciados por la concentración de los mismos, su efecto puede explicarse por la forma física como se encuentran adheridos a otros componentes de la planta.

Los incrementos observados en la población de protozoarios se debieron al aumento de especies de ciliados, los cuales reproducen hasta seis veces su población al incluir carbohidratos solubles en la dieta (Hillman et al. 1995; Faichney et al. 1997). El efecto de las arbustivas como agente desfaunante es contradictorio aún. Espinosa (1999) y Galindo et al. (2000) documentaron que la presencia de altos niveles de taninos condensados y saponinas en arbustos forrajeros puede reducir la concentración de protozoarios ruminales a menos del 5%. Asimismo, (Thi 1998) relacionó la disminución en la concentración de protozoarios con el consumo de *H. rosa-sinensis*. En contraste, otros autores no encontraron variación en estas poblaciones, al adicionar la fracción insoluble de *H. rosa-sinensis* y la fracción soluble de *M. alba* a un medio de cultivo *in vitro* (Ley 2003). Las diferencias en las poblaciones microbianas del rumen (Barahona et al. 1997; Newbold et al. 1997), si bien son indicativo de los niveles de taninos en especies arbustivas, también se relacionan con horarios de muestreo y el tiempo de adaptación al sustrato por los microorganismos ruminales. La capacidad de adaptación a concentraciones específicas de taninos condensados libres, en determinado periodo de con-

Tabla 5. Concentración de bacterias totales y protozoarios en líquido ruminal de corderos en pastoreo suplementados con morera y tulipán. *a,b,c*, = medias con letra distinta en la misma columna son diferentes (Tukey; $p < 0.05$). P= sólo pastoreo, P + C = pastoreo más alimento comercial, P + M60 = pastoreo más morera de 60 días, M90 = pastoreo más morera de 90 días, P + M120 = pastoreo más morera de 120 días, P + T60 = pastoreo más tulipán de 60 días, P + T90 = pastoreo más tulipán de 90 días, P + T120= pastoreo más tulipán de 120 días, CV = coeficiente de variación

Table 5. Total bacteria and protozoan concentration in ruminal fluid of grazing lambs supplemented with white mulberry and chinese hibiscus forage.

Tratamientos	Bacterias totales, $1 \times 10^{11} \text{ ml}^{-1}$	Protozoarios, $1 \times 10^4 \text{ ml}^{-1}$
P	2.08 ^{bc}	8.52 ^b
P+C	3.76 ^a	16.06 ^a
P+M60	2.69 ^{bc}	8.56 ^b
P+M90	1.91 ^c	8.15 ^b
P+M120	2.28 ^{bc}	8.19 ^b
P+T60	2.98 ^b	8.43 ^b
P+T90	2.54 ^{bc}	8.70 ^b
P+T120	2.54 ^{bc}	8.38 ^b
CV	32.56	6.51

sumo, propicia una mejor utilización de la proteína por parte del animal (Chávez 1994).

Los resultados derivados de este trabajo permiten concluir que existe variación en la respuesta productiva y metabólica de corderos en crecimiento, al emplear el forraje de *M. alba* e *H. rosa-sinensis* cosechado a diferente frecuencia de corte, lo cual se explica por variaciones en el contenido de proteína y por las diferentes concentraciones de taninos condensados que afectan el consumo y el metabolismo ruminal. El uso del follaje de *M. alba* e *H.*

rosa-sinensis, cosechado a 60 y 90 días, respectivamente, se sugieren como suplemento para corderos en pastoreo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado a través del proyecto CONACYT 42275-Z para la realización de este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Ángeles SC, Mendoza GD, Cobos MA, Crosby MM, Castrejon FA (1998) Comparison of two yeast cultures (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal fermentation and digestion in sheep fed on corn-stover diet. Small Ruminant Research 31: 45-50.
- Anónimo (1985) Nutrient Requirements of Sheep. Sixth Revised. National Academy Press. Washington, D. C. 99 pp.
- Anónimo (1990) Official Methods of Analysis. 12th. Ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C. 1018 pp.
- Anónimo (2001) SAS user's guide: Statics. 8th ed. SAS Institute. Cary, N. C. Archivos en CD-ROOM.
- Anónimo (2004) Anuario estadístico del estado de Tabasco. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Gobierno del estado de Tabasco. Villahermosa, Tab. pp. 323-338.
- Barahona R, Lascano EC, Cochran MJ, Titgemeyes CE (1997) Intake, digestion and nitrogen utilization by sheep fed tropical legumes with contrasting tannin concentration and astringency. J. Anim. Sci. 75: 1633-1640.

- Benavides JE (1998) Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. *Agroforestería en las Américas* 5: 27-31.
- Benavides J (2000) La morera, un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. *Pastos y Forrajes* 23: 1-11.
- Cárdenas MJ, Sandoval CA, Solorio FJ (2003) Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. *Técnica Pecuaria en México* 41(3): 283-294.
- Chávez SV (1994) Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. *Agroforestería en las Américas* 1(3): 10-13.
- Church E (1988) *El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición*. Editorial Acribia. Zaragoza. 625 pp.
- Díaz A, Avendaño M, Escobar A (1993) Evaluation of *Sapindus saponaria* as a defaunating agent and its effects on different ruminal digestion parameters. (CIPAV). Calí, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*. <http://www.cipav.org.co/Irrd>.
- Espinosa E, Benavides J (1996) Efecto del sitio y de la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad del forraje de tres variedades de morera (*Morus alba* L.). *Agroforestería en las Américas* 3(12): 24-27
- Espinosa VE (1999) Evaluación de la capacidad defaunante *in vitro* de leguminosas y arbustivas forrajeras. Tesis de Maestría. Programa de Ganadería. IREGEP. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. De México. 70 pp.
- Erwin ES, Marco GJ, Emery E (1961) Volatile fatty acids analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J. Dairy Sci.* 44: 1768-1771.
- Faichney GJ, Poncet C, Lassalas B, Jouany JP, Millet L, Doré J, Brownlee GA (1997) 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.
- Galindo J, Aldama AI, Marrero Y, González N (2000) Efecto de *Sapindus saponaria* en los géneros de protozoos y poblaciones de bacterias ruminales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 34: 353-358.
- Geerken M, Calzadilla D, González R (1987) 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. *Pastos y Forrajes* 10: 266-273.
- Goering K, van Soest J (1991) Forage fibre analysis (apparatus reagents, procedures and some applications). *Agriculture Hand Book No. 379*. Department of Agriculture. Washington DC. 20 pp.
- González E, Cáceres O (2002) Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Pastos y Forrajes* 25:15-20.
- Hillman K, Williams AG, Lloyd D (1995) Postprandial variations in endogenous metabolic activities of ovine rumen ciliate protozoa. *Anim. Feed Sci. Technol.* 52: 237-247.
- Hove L, Topps JH, Sibanda S, Ndlovu LR (2001) Nutrient intake and utilization by goats fed dried leaves of the shrub legumes *Acacia angustissima*, *Calliandra colothyrus* and *Leucaena leucocephala* as supplements to native pasture hay. *Anim. Feed Sci. Tech.* 91:95-106.
- Juárez HJ, Bolaños AED, Reinoso M (2004) Content of protein per unit of dry matter accumulated in tropical pastures. *Cuban Journal of Agricultural Science* 38(4): 415-422
- Keulen V, Young A (1977) Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44: 282-287.
- Ley CA (2003) Evaluación de técnicas *in vitro* para el estudio de la capacidad defaunante de fármacos y plantas. Tesis de Maestría. Programa de Ganadería. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 87 pp.
- López J, Tejada I, Vásquez C, Garza J, Shimada A (2004) Condensed tannins in humid tropical fodder crops and their *in vitro* biological activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 84 (4): 291-294.
- Maldonado GNM (2001) Evaluación de leñosas tropicales para la alimentación de rumiantes en el Estado de Tabasco. Tesis de Maestría. UNAM. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. FES-Cuautitlán, México. 78 pp.

- Martín G, García F, Reyes F, Hernández I, González T, Milera M (2000) Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. *Pastos y Forrajes* 23(4):323-332.
- McCullough H (1967) The determination of ammonia of in whole blood by direct colorimetric method. *Clin. Chem. Acta.* 17: 297-304.
- Merckel RC, Pond KR, Burns JC, Fisher DS (1999) 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.
- Min BR, Barry TN, Attwood GT, McNabb WC (2003) The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 106:3-19.
- Mochiutti S, Torres M, Oviedo F, Vallejo M, Benavides J (1995) Suplementación de cabras lecheras con diferentes niveles de clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*). *Agroforestería en las Américas* 5: 12-17.
- Newbold CJ, Hassan SM, Wang J, Ortega ME, Wallace RJ (1997) Influence of foliage from African multi-purpose trees on activity of rumen protozoa and bacteria. *Brit. J. Nutr.* 78: 237-249.
- Pérez JD, Zapata G, Sosa E (1995) Utilización del ramón (*Brosimum alicastrum Swartz*) como forraje en la alimentación de ovinos en crecimiento. *Agroforestería de las Américas* 7:17-21.
- Priolo A, Waghorn GC, Lanza M, Biondi L, Pennisi (2000) Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: effects on lamb growth performance and meat quality. *J. Anim. Sci.* 78: 810-816.
- Ricco A, Vai M, Sena A, Wagner I, Gurni A (2003) Taninos condensados de *Ephedra ochreatea miers* (*Ephedraceae*). *Acta Farm. Bonaerense.* 22(1): 33-37.
- Roa ML, Céspedes DA, Muñoz J (2001) Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados en el pie de Monte Llanero. *Revista Acovez. Colombia* (on-line) http://www.encolombia.com/acovez24284_evaluacion9.htm. Consultado el 12 de noviembre de 2005.
- Silanikove N, Perevolotsky A, Provenza FD (2001) Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative post-ingestive effects in ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 91: 69-81.
- Steel RG, Torrie JH (1988) *Bioestadística. Principios y Procedimientos.* 2ª ed, McGraw Hill. D.F. 371 pp.
- Teferedegne B, McIntosh F, Osugi PO, Odenyo A, Wallace RJ, Newbold CJ (1999) Influence of foliage from different accessions of the sub-tropical leguminous tree, *Sesbania sesban*, on ruminal protozoa in Ethiopian and Scottish Sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 78: 11-20.
- Terrill TH, Rowan AM, Douglas GD, Barrey TN (1992) Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grain. *J. Sci. Food and Agric.* 58(3):321-329.
- Thi HNN (1998) Effect of *Sesbania grandiflora*, *Leucaena leucocephala*, *Hibiscus rosa-sinensis* and *Ceiba pentandra* on intake, digestion and rumen environment of growing goats. (CIPAV). Calí, Colombia. *Livestock Research for Rural Development.* <http://www.cipav.org.co/Irrd>. Consultado el 25 de noviembre de 2005.
- Waterman PG, Mole S (1995) Extrinsic factors influencing production of secondary metabolites in plants. En: Bernays EA (ed). *Insect-plant interactions.* Vol. 1. CRC Press, Inc. Boca Ratón. 325 pp.
- Williams H, David J, Lisma O (1962) The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic spectrophotometry. *J. Agric. Sci.* 59: 381-382.

