

Evaluación de dos especies de *Leucaena*, asociadas a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* en un sistema silvopastoril de Nayarit, México. II. Producción y composición bromatológica de la biomasa.

Evaluation of two *Leucaena* species, associated to *Brachiaria brizantha* and *Clitoria ternatea* in a silvopastoral system from Nayarit, Mexico. II. Biomass production and bromatological composition

J. Bugarín¹, C. Lemus², Leonor Sangines³, J. Aguirre², A. Ramos², Mildrey Soca⁴ y J. Arece⁴

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov"
Carretera Bayamo-Manzanillo km 16 ½, Bayamo 85100, Granma, Cuba

E-mail: igomez@dimitrov.cu

² EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba

Resumen

Con el objetivo de caracterizar la producción y la calidad nutricional de la biomasa en un sistema silvopastoril de la llanura costera norte del estado de Nayarit, México, se desarrolló la presente investigación. Los tratamientos fueron: 1) *Leucaena leucocephala*-*B. brizantha* (30:70); 2) *Leucaena glauca*-*B. brizantha* (30:70); 3) *L. leucocephala*-*B. brizantha*-*C. ternatea* (28:52:20); 4) *L. glauca*-*B. brizantha*-*C. ternatea* (28:52:20); 5) *B. brizantha* (100). Se estimó la producción de biomasa y se determinó: materia seca, cenizas, materia orgánica, proteína bruta, hemicelulosa y las fracciones de fibra ácido y neutro detergente. Los valores más bajos en cuanto a la producción de biomasa, a los seis meses de establecido el sistema, fueron para el testigo (0,78 t/ha), con diferencias significativas. A su vez, la combinación de las tres especies aportó los mejores resultados (1,64 y 1,69 t/ha para los tratamientos 3 y 4, respectivamente) y a los nueve meses triplicaron la producción de biomasa. Hubo diferencias significativas en la composición bromatológica en todas las combinaciones evaluadas. No obstante, todas las especies mostraron características nutricionales adecuadas y constituyen una alternativa para los sistemas silvopastoriles tropicales en esta región.

Palabras clave: *Brachiaria brizantha*, *Clitoria ternatea*, *Leucaena* spp., sistemas silvopascícolas

Abstract

This study was conducted with the objective of characterizing the biomass production and nutritional quality in a silvopastoral system of the northern coastal plain of the Nayarit state, Mexico. The treatments were: 1) *Leucaena leucocephala*-*B. brizantha* (30:70); 2) *Leucaena glauca*-*B. brizantha* (30:70); 3) *L. leucocephala*-*B. brizantha*-*C. ternatea* (28:52:20); 4) *L. glauca*-*B. brizantha*-*C. ternatea* (28:52:20); 5) *B. brizantha* (100). The biomass production was estimated and the following indicators were determined: dry matter, ashes, organic matter, crude protein, hemicellulose and the fractions of acid and neutral detergent fiber. The lowest values regarding biomass production, six months after establishing the system, were for the control (0,78 t/ha), with significant differences. In turn, the combination of the three species contributed the best results (1,64 and 1,69 t/ha for treatments 3 and 4, respectively) and after nine months they tripled the biomass production. There were significant differences in the bromatological composition of all the evaluated combinations. However, all the species showed adequate nutritional qualities and constitute an alternative for the tropical silvopastoral systems in this region.

Key words: *Brachiaria brizantha*, *Clitoria ternatea*, *Leucaena* spp., silvopastoral systems

Introducción

La incorporación de las leñosas perennes (árboles y arbustos) en los sistemas de producción ganadera, es una estrategia que permite reducir el deterioro ambiental a mediano y a largo plazo; además de servir para contrarrestar los impactos ambientales negativos característicos de los sistemas convencionales, constituye un mecanismo para diversificar las empresas agropecuarias, generar nuevos productos e intensificar el uso del recurso suelo. Por estas razones, visualizar la actividad agropecuaria en sistemas agroforestales constituye un enfoque válido, necesario y actual en la investigación y la capacitación para el desarrollo pecuario de los trópicos (Ibrahim *et al.*, 2006).

Los árboles, entre sus innumerables ventajas, mejoran significativamente la calidad nutritiva del pasto a través de la fijación de nitrógeno, el reciclaje de nutrientes, la deposición de hojarasca por la caída de sus hojas y la mejora en el uso eficiente de los nutrientes, así como en la retención de humedad (Murgueitio, 2006). Además, por su estructura (tallos y hojas) la sombra emitida por estas plantas disminuye el efecto directo del sol, la lluvia y el viento sobre el pasto, y esto proporciona un incremento sustancial en los porcentajes de proteína y ceniza en los pastizales (Pentón, 2000).

Teniendo en cuenta estas razones, y una vez concluida la primera fase de evaluación relacionada con el comportamiento agronómico, se diseñó la presente investigación con el objetivo de caracterizar la producción y la calidad nutricional de la biomasa en sistemas silvopastoriles de la llanura costera norte del estado de Nayarit, en México, con dos especies de *Leucaena*, asociadas a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea*.

Materiales y Métodos

Localización. El trabajo se realizó en la región costera norte de Nayarit, en el Ejido el Tamarindo, municipio de Rosamorada, localizado geográficamente entre los 21° 58' de latitud norte y los 105° 14' de longitud oeste, a una altitud de 18 msnm.

Clima y suelo. El clima de la zona experimental se caracteriza por dos períodos definidos: uno lluvioso (julio-octubre, con el 95% de la lluvia), y otro de sequía (noviembre-junio), con una precipitación anual de 1 500 mm. La temperatura media es de 23,0°C, y la humedad relativa de 68,9% durante el día.

El experimento se llevó a cabo sobre un suelo de topografía plana y clasificado como Cambisol, haplico (eutrico, crómico), con una textura franco arcillosa, en bloques subangulares, de color pardo, lo cual coincide con lo informado por Bojórquez y Hernández (2004). La fertilidad natural del suelo es baja, el pH ligeramente ácido (6,3), y presenta un contenido bajo de materia orgánica (1,25%); la densidad de volumen es de 1,33, y el porcentaje de humedad (%W) de 12,83.

Tratamientos y diseño experimental. Las especies fueron establecidas en octubre de 2007, en un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones de 256 m² cada una. Cada tratamiento se estableció con una proporción diferente de leguminosa-gramínea:

- 1) *Leucaena leucocephala-Brachiaria brizantha* (30:70)
- 2) *Leucaena glauca-Brachiaria brizantha* (30:70)
- 3) *Leucaena leucocephala-Brachiaria brizantha-Clitoria ternatea* (28:52:20)
- 4) *Leucaena glauca-Brachiaria brizantha-Clitoria ternatea* (28:52:20)
- 5) *Brachiaria brizantha* (100)

El método de plantación y el manejo del área fueron descritos en la primera parte de este trabajo (Job *et al.*, 2009).

Mediciones realizadas

Disponibilidad. En el estrato herbáceo se utilizó el método propuesto por Martínez *et al.* (1990); mientras que en las arbóreas se estimó simulando el ramoneo a una altura máxima de 1,2 m, mediante la aplicación de la técnica de defoliación de las partes más tiernas de las plantas (hojas y tallos finos), según la metodología descrita por Hernández (2000). Los muestreos se realizaron en marzo y junio del 2008. El material experimental de cada tratamiento fue colectado, se registró su peso de forma independiente y finalmente fue homogeneizado, del cual se tomó una muestra de 500 g que se envió al laboratorio y se secó en una estufa a 60°C hasta peso constante. Posteriormente las muestras fueron molidas (tamaño, 1 mm) y se colocaron en frascos de plástico sellados herméticamente, hasta el momento del análisis.

Análisis bromatológico. Se determinó la materia seca (MS), ceniza (CEN), extracto etéreo (EE) y materia orgánica (MO) por el método de la AOAC (1995); la proteína bruta (PB) a través del método Kjeldahl; y las fracciones de fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND), así como la hemicelulosa (HEM) por el método de Van Soest *et al.* (1991), con el equipo Ankom.

Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de varianza y la diferencia entre medias se evaluó mediante la prueba de Tukey, a un nivel de significación de $P < 0,05$, con el paquete estadístico SAS (2003).

Resultados y Discusión

La tabla 1 muestra la producción de materia seca para las diferentes combinaciones de especies. El testigo fue el de menor rendimiento de biomasa a los seis meses de establecido el sistema, seguido de los tratamientos arbóreas-gramíneas, y aquellos con la combinación de las tres especies fueron los de mejores valores. Estos últimos a los nueve meses triplicaron la producción de biomasa (4,76 y 5,02 t de MS/ha para los tratamientos 3 y 4, respectivamente).

Tabla 1. Producción de forraje (t/ha).

Table 1. Forage production (t/ha)

Tratamiento	Meses	
	6	9
<i>L. leucocephala</i> + <i>B. brizantha</i>	0,91 ^{ab}	1,90 ^b
<i>L. glauca</i> + <i>B. brizantha</i>	1,3 ^{ab}	2,87 ^{ab}
<i>L. leucocephala</i> + <i>B. brizantha</i> + <i>C. ternatea</i>	1,64 ^{ab}	5,02 ^a
<i>L. glauca</i> + <i>B. brizantha</i> + <i>C. ternatea</i>	1,69 ^a	4,76 ^{ab}
<i>B. brizantha</i>	0,78 ^b	2,42 ^{ab}
ES ±	0,09	0,38

a,b Superíndices distintos indican diferencia en una misma columna ($P < 0,05$)

Estos resultados son similares a los informados por Francisco *et al.* (1998) y Villanueva *et al.* (2004), en evaluaciones de producción de materia seca en *Leucaena* y *C. ternatea*, respectivamente.

Por otra parte, la producción de brachiaria a los nueve meses fue similar a la informada por Sanabria *et al.* (2006) y Canchila (2007), quienes reportaron entre 2 y 4 t de MS/ha en condiciones de monocultivo. El aumento del rendimiento de materia seca entre el primer pastoreo (seis meses) y el segundo (nueve meses), se atribuye a la capacidad individual de establecimiento y rebrote de cada especie. Sin embargo, la presencia de las leguminosas arbóreas y herbáceas contribuye significativamente, a través de la deposición de hojarasca y la fijación de nitrógeno en el suelo, al mantenimiento y la sostenibilidad de los pastizales (Ibrahim *et al.*, 2006).

En la tabla 2 se muestran los resultados de la caracterización bromatológica de las especies utilizadas en las diferentes combinaciones, donde se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$). *C. ternatea* alcanzó los

valores más bajos de materia seca y cenizas, al compararla con el resto de las especies; mientras que el valor menor de proteína fue para *B. brizantha*, lo que resulta natural dada la avanzada madurez de la biomasa en el momento del muestreo.

Tabla 2. Composición bromatológica de las especies en el sistema silvopastoril (%).

Table 2. Bromatological composition of the species in the silvopastoral system (%).

Indicador	<i>L. leucocephala</i>	<i>L. glauca</i>	<i>C. ternatea</i>	<i>B. brizantha</i>	ES ±
Materia seca	32,53 ^b	36,62 ^a	26,02 ^c	32,78 ^b	0,77
Ceniza	10,73 ^b	6,38 ^c	6,66 ^c	14,97 ^a	0,75
Proteína bruta	21,72 ^a	19,65 ^b	19,61 ^b	8,57 ^c	0,95
FND	45,13 ^c	46,66 ^{bc}	50,72 ^b	57,22 ^a	0,98
FAD	16,98 ^b	19,87 ^b	27,24 ^a	25,80 ^a	0,91
Extracto etéreo	6,78 ^a	4,65 ^{ab}	4,03 ^{ab}	3,03 ^b	0,44
Hemicelulosa	28,14 ^{ab}	26,79 ^{bc}	23,47 ^c	31,42 ^a	0,71
Materia orgánica	89,26 ^b	93,61 ^a	93,33 ^a	85,03 ^c	0,75

a,b,c Superíndices distintos indican diferencia en una misma columna (P<0,05)

C. ternatea y *B. brizantha* presentaron los mayores valores de FDN y FDA; mientras que en el extracto etéreo estas especies presentaron los más bajos. Asimismo, *B. brizantha* y *L. leucocephala* mostraron el mayor porcentaje de hemicelulosa; mientras que los contenidos más altos de materia orgánica fueron para *L. glauca* y *C. ternatea*.

Los contenidos de proteína bruta en ambas especies arbóreas coinciden con los reportados por Pedraza *et al.* (2003), Pinto *et al.* (2003), García *et al.* (2008) y Jiménez *et al.* (2008), pero fueron inferiores a los valores obtenidos por Palma (2007) en varias arbóreas del estado de Colima (entre 24 y 28%), y por Torres *et al.* (2005) en bancos de proteína de leucaena con fertilización. En *C. ternatea* la proteína cruda fue similar a la obtenida por Villanueva *et al.* (2004) en condiciones similares a las de esta investigación. Según los autores esta especie llega con rapidez a la madurez fisiológica, factor que influye en la disminución de la proteína en el follaje y el inicio de la acumulación hacia el fruto.

En *Brachiaria* se obtuvieron valores inferiores a los reportados por Cáceres *et al.* (2006), lo cual estuvo influido, principalmente, por el intervalo de cosecha y el nivel de fertilización empleado en cada estudio. Según estos autores, en etapas tempranas se logran aumentos en la proteína y disminución en los porcentajes de materia seca. Sin embargo, estos resultados son superiores a los informados por Canchila (2007), al caracterizar la proteína en diferentes accesiones de *Brachiaria* en monocultivo; ello se atribuye a la presencia de las leguminosas, las cuales mejoran integralmente la composición bromatológica de las gramíneas (Murgueitio, 2006).

La diferencia obtenida en la composición nutricional estuvo relacionada con las características genéticas de cada especie, el manejo y la época de corte, lo que se manifiesta en la utilización de los nutrientes y en su conversión mediante la fotosíntesis (Canchila, 2007; García *et al.*, 2008).

La caracterización bromatológica de los forrajes indicó los nutrientes existentes en los tratamientos, lo cual permite balancear las dietas mediante la suplementación externa de insumos o la modificación de la relación leguminosa:gramínea para las pruebas de comportamiento productivo.

En la tabla 3 se caracteriza la composición bromatológica de los diferentes tratamientos. En los indicadores ceniza, fibra ácido detergente y hemicelulosa no se encontraron diferencias estadísticas; mientras que en las variables PB, FND y MO los mejores resultados se observaron en los tratamientos 3 y 4 (con la combinación de las tres especies). El tratamiento 5 (monocultivo de gramínea) resultó el menos beneficiado,

lo cual confirma que la triple asociación de especies mejora la calidad nutricional de la dieta ofrecida a los ovinos en pastoreo.

Tabla 3. Caracterización bromatológica de cada tratamiento.

Table 3. Bromatological characterization of each treatment.

Tratamientos	CEN	PB	FND	FAD	EE	HEM	MO
<i>L. leucocephala</i> + <i>B. brizantha</i>	13,08	11,90 ^b	54,94 ^b	23,73	4,15	31,21	86,92 ^{bc}
<i>L. glauca</i> + <i>B. brizantha</i>	11,36	11,59 ^b	43,13 ^c	24,48	3,41	30,67	88,64 ^{ab}
<i>L. leucocephala</i> + <i>B. brizantha</i> + <i>C. ternatea</i>	12,59	15,12 ^a	52,95 ^b	23,72	4,35	29,22	87,41 ^{abc}
<i>L. glauca</i> + <i>B. brizantha</i> + <i>C. ternatea</i>	11,13	14,59 ^a	53,24 ^b	23,74	3,70	29,50	88,87 ^a
<i>B. brizantha</i>	14,97	8,13 ^c	59,08 ^a	26,93	2,75	32,14	85,03 ^c
ES ±	0,63	0,93	0,94	0,74	0,34	0,70	0,63

a,b,c Superíndices distintos indican diferencia (P<0,05)

De manera general, cualquiera de las cuatro combinaciones evaluadas tiene potencialidades para cubrir los requerimientos nutricionales de los borregos, según las normas estimadas por Cáceres *et al.* (2006).

Los resultados sugieren que independientemente de las diferencias estadísticas en la composición bromatológica, las especies mostraron características nutricionales adecuadas y constituyen una alternativa para los sistemas silvopastoriles tropicales en esta región.

Referencias bibliográficas

- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Arlington. p. 1230
- Bugarín, J. *et al.* 2009. Evaluación de dos especies de *Leucaena*, asociadas a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* en un sistema silvopastoril de Nayarit, México. I. Comportamiento agronómico. *Pastos y Forrajes*. 32 (4):369
- Bojórquez, J. & Hernández, A. 2004. Informe de reclasificación de suelos de Nayarit por el World Reference Base (WRB). Archivos CEMIC, Universidad Autónoma de Nayarit.
- Cáceres, O. *et al.* 2006. Valor nutritivo de los principales recursos forrajeros en el trópico. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. (Ed. Milagros Milera). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala-EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 231
- Canchila, E.R. 2007. Evaluación agronómica de accesiones de *Brachiaria* spp. en condiciones agroecológicas de Barrancabermeja, Santander, Colombia. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 93 p.
- Francisco, Ana G. *et al.* 1998. Efecto de tres alturas de corte en el rendimiento de biomasa de *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. *Pastos y Forrajes*. 21 (4):337
- García, D.E. *et al.* 2008. Evaluación de diecinueve accesiones de *Leucaena leucocephala* basada en la calidad nutritiva del forraje. *Zoot. Trop.* 26 (19):9
- Hernández, I. 2000. Utilización de las leguminosas arbóreas *L. leucocephala*, *A. lebbek* y *B. purpurea* en sistemas silvopastoriles. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. ICA. La Habana, Cuba. 138 p.
- Ibrahim, M. *et al.* 2006. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica del paisaje ganadero. Memorias. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. [cd-rom]
- Jimenez, F.G. *et al.* 2008. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Vet. Mex.* 39 (2):199
- Martínez, J. *et al.* 1990. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*. 12:321
- Murgueitio, E. 2006. Los sistemas silvopastoriles de América tropical. Memorias. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. [cd-rom]

- Palma, J.M. 2007. Los árboles en la ganadería del trópico seco. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 9 (1):3
- Pedraza, R.M. *et al.* 2003. Degradabilidad ruminal efectiva y digestibilidad intestinal *in vitro* del nitrógeno del follaje de leguminosas arbóreas tropicales. *Pastos y Forrajes*. 26 (3):237
- Pinto, R. *et al.* 2003. Preferencia ovina de árboles forrajeros del Centro de Chiapas, México. *Pastos y Forrajes*. 26 (4):329
- Pentón, Gertrudis. 2000. Efecto de la sombra de los árboles sobre el pastizal en un sistema seminatural. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 66 p.
- Sanabria, D. *et al.* 2006. Evaluación de tres sistemas de labranza en la recuperación de una pastura degradada de *Brachiaria humidicola*. *Zoot. Trop.* 24 (4):417
- SAS. 2003. User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, North Caroline
- Torres, R.A. *et al.* 2005. Efecto de los patrones de siembra sobre la producción de proteína cruda en bancos de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Zoot. Trop.* 23 (1):27
- Van Soest, P. *et al.* 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal. *Journal of Dairy Science*. 74:3583
- Villanueva, A.J. *et al.* 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. *Téc. Pecu. Méx.* 42 (1):79

Recibido el 16 de junio del 2009

Aceptado el 30 de septiembre del 2009

Evaluation of two *Leucaena* species, associated to *Brachiaria brizantha* and *Clitoria ternatea* in a silvopastoral system from Nayarit, Mexico. II. Biomass production and bromatological composition

J. Bugarín¹, C. Lemus², Leonor Sangines³, J. Aguirre², A. Ramos², Mildrey Soca⁴ y J. Arece⁴

Abstract

This study was conducted with the objective of characterizing the biomass production and nutritional quality in a silvopastoral system of the northern coastal plain of the Nayarit state, Mexico. The treatments were: 1) *Leucaena leucocephala*-*B. brizantha* (30:70); 2) *Leucaena glauca*-*B. brizantha* (30:70); 3) *L. leucocephala*-*B. brizantha*-*C. ternatea* (28:52:20); 4) *L. glauca*-*B. brizantha*-*C. ternatea* (28:52:20); 5) *B. brizantha* (100). The biomass production was estimated and the following indicators were determined: dry matter, ashes, organic matter, crude protein, hemicellulose and the fractions of acid and neutral detergent fiber. The lowest values regarding biomass production, six months after establishing the system, were for the control (0,78 t/ha), with significant differences. In turn, the combination of the three species contributed the best results (1,64 and 1,69 t/ha for treatments 3 and 4, respectively) and after nine months they tripled the biomass production. There were significant differences in the bromatological composition of all the evaluated combinations. However, all the species showed adequate nutritional qualities and constitute an alternative for the tropical silvopastoral systems in this region.

Key words: *Brachiaria brizantha*, *Clitoria ternatea*, *Leucaena* spp., silvopastoral systems

Introducción

The incorporation of perennial ligneous plants (trees and shrubs) in livestock production systems is a strategy that allows to reduce medium and long term environmental deterioration; in addition to being useful for counteracting the negative environmental impacts of conventional systems, it constitutes a mechanism to diversify livestock production enterprises, generate new products and intensify the use of the soil resource. For such reasons, visualizing the livestock production activity in agroforestry systems is a valid, necessary and updated approach in the research and training for livestock development in the tropics (Ibrahim *et al.*, 2006).

Trees, among their uncountable advantages, significantly improve the nutritional quality of pasture through nitrogen fixation, nutrient recycling, litter deposition by the fall of their leaves and improvement in the efficient use of nutrients, as well as in moisture retention (Murgueitio, 2006). In addition, due to their structure (stems and leaves) the shade produced by these plants decreases the direct effect of sunlight, rain and wind on pasture, and this provides a substantial increase in the percentages of protein and ash in pasturelands (Pentón, 2000).

Taking these reasons into consideration, and once concluded the first stage of evaluation related to the agronomic performance, this study was designed with the objective of characterizing the biomass production and nutritional quality in silvopastoral systems of the northern coastal plain of the Nayarit state, Mexico, with two *Leucaena* species, associated to *Brachiaria brizantha* and *Clitoria ternatea*.

Materials and Methods

Location. The work was carried out in the northern coastal region of Nayarit, in the Ejido el Tamarindo, Rosamorada municipality, geographically located between 21° 58' latitude north and 105° 14' longitude west, at an altitude of 18 meters above sea level.

Climate and soil. The climate of the experimental zone is characterized by two defined periods: a rainy one (July-October, with 95% of the rainfall) and a dry one (November-June), with 1 500 mm of annual rainfall. The mean temperature is 23,0°C, and the relative humidity is 68,9% during the day.

The trial was conducted on a plain topography soil, classified as Cambisol, haplic (eutric, chromic) with a loamy-clayey texture, in subangular blocks, brown, which coincides with the reports made by Bojórquez and Hernández (2004). The natural soil fertility is low, with slightly acid pH (6,3), and it shows low organic matter content (1,25%); the volume density is 1,33, and the water percentage (%W) is 12,83.

Treatments and experimental design. The species were established in October, 2007, in a completely randomized design with five treatments and four repetitions of 256 m² each. Each treatment was established with a different legume-grass proportion:

- 1) *Leucaena leucocephala-Brachiaria brizantha* (30:70)
- 2) *Leucaena glauca-Brachiaria brizantha* (30:70)
- 3) *Leucaena leucocephala-Brachiaria brizantha-Clitoria tematea* (28:52:20)
- 4) *Leucaena glauca-Brachiaria brizantha-Clitoria tematea* (28:52:20)
- 5) *Brachiaria brizantha* (100)

The planting method and management of the area were described in the first part of this work (Job *et al.*, 2009).

Measurements

Availability. In the herbaceous stratum the method proposed by Martínez *et al.* (1990) was used; while in the trees it was estimated simulating browsing at a maximum height of 1,2 m, by means of the application of the defoliation technique of the softest parts of the plants (leaves and fine stems), according to the methodology described by Hernández (2000). The samplings were performed in March and June, 2008. The experimental material of each treatment was collected, its weight recorded independently, and it was finally homogenized, taking a 500-g sample from it, which was sent to the laboratory and dried in an oven at 60°C until constant weight. Afterwards, the samples were ground until a size of 1 mm and put in airtight plastic flasks, until the moment of analysis.

Bromatological analysis. Dry matter (DM), ash (ASH), ethereal extract (EE) and organic matter (OM) were determined by the method from AOAC (1995); crude protein (CP) through the Kjeldahl method; and the fractions of acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF), as well as hemicellulose (HEM) by the method proposed by Van Soest *et al.* (1991), with the Ankom equipment.

Statistical analysis

A variance analysis was used and the difference between means was evaluated through Tukey's test, at a significance level of $P < 0,05$, with the statistical pack SAS (2003).

Results and Discussion

Table 1 shows the dry matter production for the different species combination. The control had the lowest biomass yield six months after the establishment of the system, followed by the trees-grasses treatments, and those combining the three species showed the best values. The latter tripled the biomass production after nine months (4,76 and 5,02 t DM/ha for treatments 3 and 4, respectively).

These results are similar to the ones reported by Francisco *et al.* (1998) and Villanueva *et al.* (2004), in evaluations of dry matter production in *Leucaena* and *C. ternatea*, respectively.

On the other hand, the production of *B. brizantha* nine months after establishment was similar to the one reported by Sanabria *et al.* (2006) and Canchila (2007), who reported between 2 and 4 t DM/ha under monocrop conditions. The increase of the dry matter yield between the first grazing (six months) and the second (nine months) is ascribed to the individual establishment and regrowth capacity of each species. However, the presence of tree and herbaceous legumes significantly contributes, through litter deposition and nitrogen fixation to the soil, to the maintenance and sustainability of pasturelands (Ibrahim *et al.*, 2006).

Table 2 shows the results of the bromatological characterization of the species used in the different combinations, where significant differences were observed ($P < 0,05$). *C. ternatea* reached the lowest values of dry matter and ashes, as compared to the other species; while the lowest protein value was for *B. brizantha*, which turns out to be natural, given the advanced maturity of the biomass at the sampling moment.

C. ternatea and *B. brizantha* showed the highest values of NDF and ADF; while in the ethereal extract these species showed the lowest values. Likewise, *B. brizantha* and *L. leucocephala* showed the highest percentage of hemicellulose; while the highest contents of organic matter were for *L. glauca* and *C. ternatea*.

The crude protein contents in both tree species coincide with the ones reported by Pedraza *et al.* (2003), Pinto *et al.* (2003), García *et al.* (2008) and Jiménez *et al.* (2008), but they were lower than the values obtained by Palma (2007) in several trees of the Colima state (between 24 and 28%), and by Torres *et al.* (2005) in leucaena protein banks with fertilization. In *C. ternatea* crude protein was similar to the one obtained by Villanueva *et al.* (2004) under similar conditions as this research. According to the authors, this species arrives fast at physiological maturity, factor that influences the decrease of protein in the foliage and the beginning of accumulation towards the fruit.

In *B. brizantha* lower values were obtained than the ones reported by Cáceres *et al.* (2006), which was influenced, mainly, by the harvest interval and the fertilization rate used in each study. According to these authors, in early stages increases in protein and decrease of dry matter percentages are achieved. Nevertheless, these results are higher than the ones reported by Canchila (2007), when characterizing protein in different *Brachiaria* accessions under monocrop conditions; this is ascribed to the presence of legumes, which integrally improve the bromatological composition of grasses (Murgueitio, 2006).

The difference obtained in the nutritional composition was related to the genetic characteristics of each species, the management and cutting time, which is manifested in the utilization of nutrients and their conversion by means of photosynthesis (Canchila, 2007; García *et al.*, 2008).

The bromatological characterization of forages indicated the existing nutrients in the treatments, which allows to balance the diets through external supplementation of inputs or modification of the legume:grass relationship for the productive performance tests.

Table 3 shows the bromatological composition of the different treatments. In the indicators ash, acid detergent fiber and hemicellulose no statistical differences were found; while in the variables CP, NDF and OM the best results were observed in treatments 3 and 4 (with the combination of the three species). Treatment 5 (grass monocrop) was the least benefitted, which confirms that the triple association of species improves the nutritional quality of the diet fed to grazing sheep.

In general, any of the four evaluated combinations has potential to cover the nutritional requirements of lambs, according to the standards estimated by Cáceres *et al.* (2006).

The results suggest that independently from the statistical differences in the bromatological composition, the species showed adequate nutritional characteristics and constitute an alternative for tropical silvopastoral systems in this region.