

Evaluación de dos especies de *Leucaena*, asociadas a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* en un sistema silvopastoril de Nayarit, México. I. Comportamiento agronómico.

Evaluation of two *Leucaena* species, associated to *Brachiaria brizantha* and *Clitoria ternatea* in a silvopastoral system from Nayarit, Mexico. I. Agronomic performance.

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 evaluar el comportamiento agronómico de dos especies de *Leucaena*, asociadas a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea* en un sistema silvopastoril en la llanura costera norte del estado de Nayarit, en México, se desarrolló la presente investigación. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento (proporción de leguminosa:gramínea): 1) *L. leucocephala*-*B. brizantha* (30:70); 2) *L. 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). Con una frecuencia mensual se midió el crecimiento de las especies arbóreas, además de la supervivencia y el comportamiento de la relación leguminosa:gramínea en el sistema. *L. glauca* mostró una mayor altura (66 cm) y diámetro (0,98 cm) cuando se combinó con *brachiaria* y *clitoria*, y *L. leucocephala* un mayor número de ramas (8,7) y altura (4,5 cm). En la sobrevivencia se observaron valores de 70 a 80% después de un año de implementado el sistema. De acuerdo con los resultados se concluye que la mezcla de las leguminosas arbóreas con *C. ternatea* y *B. brizantha* es una importante opción en las condiciones ecológicas del trópico seco mexicano.

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

Abstract

This study was conducted with the objective of evaluating the agronomic performance of two *Leucaena* species, associated to *Brachiaria brizantha* and *Clitoria ternatea* in a silvopastoral system in the northern coastal prairie of the Nayarit state, Mexico. A randomized block design was used with four repetitions per treatment (legume:grass proportion): 1) *L. leucocephala*-*B. brizantha* (30:70); 2) *L. 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). Tree growth was measured on a monthly basis, in addition to survival and the performance of the legume:grass relationship in the system. *L. glauca* showed more height (66 cm) and diameter (0,98 cm) when combined with *B. brizantha* and *C. ternatea*, and *L. leucocephala* showed a higher number of branches (8,7) and more height (4,5 cm). Regarding survival, values of 70 to 80% were observed after a year of implementing the system. According to the results, the mixture of the tree legumes with *C. ternatea* and *B. brizantha* is concluded to be an important choice under the ecological conditions of the Mexican dry tropic.

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

Introducción

La actividad ganadera del trópico seco sufre las consecuencias de prolongados períodos de carencia de forraje, que oscilan entre seis y ocho meses al año, y la no aplicación de tecnologías y adecuados sistemas de manejo, entre otros aspectos fundamentales, obliga a los productores a vender aproximadamente 80 000 becerros y corderos cada año, para ser finalizados fuera de Nayarit (SAGARPA, 2004).

Sin embargo, los ovinos de pelo han incrementado significativamente su población (60%), lo que indica su perspectiva en la industria cárnica (Aguirre, 2001); estos aprovechan principalmente los pastos nativos, ya que las praderas introducidas apenas alcanzan las 20 000 hectáreas.

Es importante mencionar que en el trópico seco de Nayarit se presentan oportunidades para el desarrollo agropecuario sustentable, por su diversidad biológica (Bojórquez y Hernández, 2004). En este sentido, el género *Leucaena* es el más estudiado y utilizado en los sistemas ganaderos, debido a su gran versatilidad: control de la erosión, reforestación, producción de madera y sus derivados, árbol de sombra, fertilizante orgánico y alimento para el ganado, su aceptación por diferentes especies animales y la capacidad de rebrote después del corte o ramoneo (Petit Aldana y Suniaga, 2005; Hernández *et al.*, 2009).

Considerando estas razones, se diseñó la presente investigación con el propósito de evaluar el comportamiento agronómico de dos especies de *Leucaena*, asociadas a *Brachiaria brizantha* y *Clitoria ternatea*, en un sistema silvopastoril en la llanura costera norte del estado de Nayarit, en México.

Materiales y Métodos

Ubicación y características agroecológicas

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.

El clima de la zona experimental se caracteriza por dos períodos definidos: uno lluvioso (julio-octubre, con el 95% de la lluvia anual) 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, 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 se establecieron 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-gamínea:

- 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)

Método de plantación

Los árboles se plantaron a una distancia de 4 x 1 m (3 320 plantas/ha) entre surcos y entre plantas, respectivamente, y ocho días después se procedió a sembrar el resto de las especies forrajeras. En la franja intermedia de 4 m se sembraron tres surcos de *B. brizantha*, a 1 m entre ellos, y tres surcos de una leguminosa rastrera (*C. ternatea*) sembrada por semilla, a 0,5 m de separación de los surcos del pasto.

Durante el establecimiento de los árboles se usó riego por aspersión, que se continuó cada 22 días por gravedad, y no se aplicó fertilización. A los cuatro meses se procedió al corte de homogeneización a 80 cm de altura; un mes después se pastoreó con ovinos (tres días por parcela); se dejaron 75 días de reposo para la recuperación de las plantas, para un segundo pastoreo de dos días por parcela. Posteriormente a la temporada de lluvia, se realizó un segundo corte de homogeneización a 60 cm de altura, acorde con lo establecido por Palma (2007).

Variables evaluadas

Con una frecuencia de 30 días se evaluó el crecimiento de las especies arbóreas durante un período de 120 días; se midió la altura de la planta del cuello de la raíz hasta la yema apical (cm), el número de ramas, la altura a la primera rama y el diámetro basal (cm). Además se evaluó la persistencia de las especies arbóreas durante un año, después de establecidas; la composición botánica del pastizal se determinó a los nueve meses de establecido el sistema y después del primer pastoreo simulado, por el método de los pasos, descrito por Anon (1980).

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

En la tabla 1 se muestra la altura alcanzada por las dos especies de *Leucaena* durante los 120 días posteriores a la siembra. En los primeros 90 días no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. A los 120 días los mejores tratamientos correspondieron a la combinación con clitoria, aunque sin diferencias significativas de *L. glauca* más brachiaria.

Tabla 1. Altura de las especies arbóreas (cm).

Table 1. Height of the tree species (cm).

Tratamiento	Días			
	30	60	90	120
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria	33,04	35,04	48,12	50,45 ^b
<i>L. glauca</i> + brachiaria	32,87	40,45	54,91	59,04 ^a
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria + clitoria	29,41	37,79	52,29	64,83 ^a
<i>L. glauca</i> + brachiaria + clitoria	32,25	44,20	56,16	66,12 ^a
ES ±	1,21	1,54	1,55	1,62*

a,b Superíndices no comunes indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$)

Resultados similares en el crecimiento de *L. leucocephala* reportaron Febles *et al.* (2000) y Medina *et al.* (2007), con valores de 56,2 y 45,0 cm respectivamente, a los tres meses de establecida a partir de plántulas; mientras que Ruiz *et al.* (1996) lograron resultados superiores a los de este estudio (155-167 cm), en igual momento, pero mediante siembra directa. El menor crecimiento de las plantas se atribuye al desarrollo limitado de las raíces de las plántulas en la bolsa, mientras que en la siembra por semilla no se aprecia esta consecuencia.

A los 30 días de la siembra las diferencias entre las especies en cuanto el diámetro del tallo fueron mínimas (tabla 2), pero a partir de ese momento *L. glauca* aumentó el diámetro significativamente hasta los 120 días de edad ($P < 0,05$); se puede asumir que esta especie muestra un aumento en el grosor del tallo con relación a la altura a los 90 días de establecida. Por el contrario *L. leucocephala* presentó aumentos

moderados; esa misma tendencia fue observada por Wencomo (2005) y Medina *et al.* (2007), al evaluar estas especies. El mejor tratamiento en cuanto al vigor de la planta fue la combinación glauca-clitoria-pasto.

Tabla 2. Diámetro basal de las especies arbóreas (cm).

Table 2. Basal diameter of the tree species (cm).

Tratamiento	Días		
	30	90	120
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria	0,29 ^a	0,47 ^c	0,52 ^c
<i>L. glauca</i> + brachiaria	0,25 ^{ab}	0,68 ^{ab}	0,86 ^{ab}
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria + clitoria	0,27 ^{ab}	0,54 ^{cb}	0,67 ^{bc}
<i>L. glauca</i> + brachiaria + clitoria	0,22 ^b	0,78 ^a	0,98 ^a
ES ±	0,009	0,026	0,033

a, b, c Superíndices no comunes indican diferencias significativas (P<0,05)

La cantidad de ramas para cada especie arbórea en los primeros 60 días de crecimiento no mostró diferencias estadísticas (tabla 3). Sin embargo, a partir de los 90 días los tratamientos con *L. leucocephala* (1 y 3) presentaron un mayor número de ramas; se considera que la combinación de plantas del tratamiento 3 promovió un aumento de este indicador con el tiempo; en el tratamiento 4 hubo una tendencia similar, pero el número fue menor. Esta conducta indica que *L. glauca* podría alcanzar más temprano su madurez fisiológica.

Tabla 3. Número de ramas de las especies arbóreas.

Table 3. Number of branches of the tree species.

Tratamiento	Días			
	30	60	90	120
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria	1,5	5,8	6,5 ^a	8,1 ^a
<i>L. glauca</i> + brachiaria	1,7	4,3	4,9 ^b	5,0 ^b
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria + clitoria	1,7	5,2	7,3 ^a	8,7 ^a
<i>L. glauca</i> + brachiaria + clitoria	1,0	4,5	5,2 ^b	6,0 ^b
ES ±	0,17	0,29	0,33	0,32

a,b Superíndices no comunes indican diferencias significativas (P<0,05)

Por su parte, la altura a la primera rama (tabla 4) no mostró diferencias significativas entre los tratamientos hasta los 90 días; a los 120 días *L. leucocephala* alcanzó la menor altura (4,5 y 5,3 cm) con relación a *L. glauca* (10,7 y 11,3 cm).

Tabla 4. Altura a la primera rama (cm) en las especies arbóreas.

Table 4. Height at first branch (cm) in the tree species.

Tratamiento	Días		
	60	90	120
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria	3,04	4,79	5,37 ^b
<i>L. glauca</i> + brachiaria	10,00	9,33	10,70 ^a
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria + clitoria	7,66	6,37	4,58 ^b
<i>L. glauca</i> + brachiaria + clitoria	10,41	10,16	11,37 ^a
ES ±	1,09	0,83	0,52

a,b Superíndices no comunes indican diferencias significativas (P<0,05)

En *L. glauca* el número de ramas se mantuvo y no aparecieron nuevas yemas vegetativas; lo contrario ocurrió en *L. leucocephala*, que inició la etapa de producción de yemas y el crecimiento apical se acortó significativamente, lo que se explica por la combinación de plantas (tratamiento 3). Según Ruiz y Febles (2003), en especies utilizadas para la alimentación animal es conveniente disponer de árboles de porte medio que produzcan gran cantidad de forraje y que presenten un buen desarrollo vegetativo, por lo que se puede considerar que *L. leucocephala* es una especie prometedora para los sistemas agroforestales pecuarios de la llanura costera.

La persistencia de las especies arbóreas a los 12 meses de establecido el sistema (tabla 5) mostró una ligera disminución, pero sin diferencias estadísticas entre tratamientos; *L. leucocephala* tendió a mostrar un mejor comportamiento.

Tabla 5. Supervivencia de las especies arbóreas.

Table 5. Survival of the tree species.

Tratamiento	Meses			
	0	6	9	12
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria	100	95,90	94,12	79,71
<i>L. glauca</i> + brachiaria	100	93,50	90,59	71,18
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria + clitoria	100	96,43	95,29	84,41
<i>L. glauca</i> + brachiaria + clitoria	100	92,90	89,41	76,47
ES ±	0,00	0,88	1,02	2,89

De acuerdo con las características ideales de implementación de los sistemas silvopastoriles, se prefieren ecotipos que manifiesten condiciones biológicas fundamentales como son la persistencia, la resistencia a plagas y enfermedades, un crecimiento sostenido, capacidad para soportar el estrés y la presión de selección, además de mantener un equilibrio ambiental. *L. leucocephala* ha sido ampliamente evaluada en condiciones de pastoreo y muestra una supervivencia entre 80 y 100% (Machado *et al.*, 2006); sin embargo, Paretas y López (2006) reportan que esta especie no tolera inundaciones prolongadas.

En el tabla 6 se muestra el comportamiento de la proporción leguminosa:gramínea a los nueve meses de implementado el sistema. Al comparar la relación inicial en cada uno de los tratamientos, hubo un aumento de la población de la leucaena sin diferencias significativas; se apreció una disminución del pasto en todos los tratamientos (excepto en el 5). La proporción de clitoria disminuyó la población de otros componentes en los tratamientos y favoreció principalmente el diámetro de tallo cuando se asoció a *L. glauca*.

Tabla 6. Comportamiento de la proporción leguminosa:gramínea, altura de planta y diámetro de tallo.

Table 6. Performance of the legume:grass proportion, plant height and stem diameter.

Tratamiento	Relación leguminosa:gramínea			Altura (cm)	Diámetro (cm)
	Leucaena	Brachiaria	Clitoria		
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria	36,3	63,7 ^{ab}		104,0	1,48 ^b
<i>L. glauca</i> + brachiaria	35,17	64,8 ^{ab}		126,6	2,5 ^a
<i>L. leucocephala</i> + brachiaria + clitoria	30,67	47,8 ^b	21,46	112,6	1,6 ^b
<i>L. glauca</i> + brachiaria + clitoria	30,16	45,8 ^b	24,03	116,3	2,4 ^a
<i>Brachiaria brizantha</i>		100 ^a			
ES ±	1,55	5,05	1,28	8,6	0,12

a,b Superíndices no comunes indican diferencias significativas (P<0,05)

Los resultados en la relación leguminosa:gramínea se atribuyen a la selección por los ovinos, que ingirieron más *L. leucocephala* que *L. glauca*, propiciando así el desarrollo de la clitoria. Se considera que los animales favorecen el equilibrio del pastizal, al controlar el crecimiento de las especies y evitar la invasión de otras menos deseadas. Ello difiere de lo observado por Sánchez (2002) y Wencomo (2005), quienes informaron un aumento de las gramíneas y una disminución de las leguminosas herbáceas, influido principalmente por la selectividad animal y el hábito de crecimiento del pasto.

No se encontraron diferencias significativas en la altura a los nueve meses de establecidas, entre las especies arbustivas después del primer pastoreo de ovinos (carga de 1,17 UGM/ha). Sin embargo *L. glauca*, al ser menos consumida, incrementó significativamente el diámetro basal respecto a *L. leucocephala*, lo que coincide con lo reportado por Wencomo (2005). Se confirmó que los ovinos favorecieron el crecimiento de los tratamientos con clitoria en detrimento de la gramínea, resultados similares a los observados por Wencomo *et al.* (2001).

Conclusiones

La siembra simultánea de las especies no influyó en el establecimiento de la asociación, que mostró un crecimiento adecuado. La mezcla de las leguminosas arbóreas con la herbácea *C. ternatea* y la gramínea *B. brizantha*, resulta una importante opción para la producción de biomasa en las condiciones ecológicas del trópico seco mexicano.

Referencias bibliográficas

- Aguirre, O.J. 2001. Consumo voluntario y valor nutricional de *Cynodon plectostachyus* fertilizado o abonado, con suplementación proteica a corderos Pelibuey. Tesis Doctoral en Ciencias Pecuarias. Facultad de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México. 139 p.
- Anon. 1980. Muestreo de pastos. Taller IV Seminario Científico y Técnico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 35
- Bojórquez, J. & Hernández, A. 2004. Informe de reclasificación de suelos de Nayarit por el World Reference Base (WRB). Archivos CEMIC, Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México.
- Febles, G. *et al.* 2000. Metodología de evaluación de germoplasma autóctono y foráneo para su empleo en sistemas silvopastoriles en Cuba. Simposio Internacional sobre sistemas agroforestales pecuarios en América del Sur. EMBRAPA-FAO. Juiz de Fora, MG, Brasil. p. 43
- Hernández, D. *et al.* 2009. Comportamiento agronómico de un sistema silvopastoril en la Empresa Genética Manuel Fajardo. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (cd-rom). ISBN 978-959-7138-00-6.
- Machado, R. *et al.* 2006. Fundamentación teórica y resultados del programa de introducción. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. (Milera, Milagros, Ed.). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala-EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 9
- Medina, M.G. *et al.* 2007. Estudio comparativo de *Moringa olerifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zoot. Trop.* 25 (2):83
- Paretas, J. & López, Mirta. 2006. Regionalización de gramíneas, leguminosas y árboles multipropósitos. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. (Milera, Milagros, Ed.). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala-EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 37
- Petit Aldana, Judith & Suniaga, J. 2005. Sistemas silvopastoriles. En: Manual de ganadería doble propósito. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Venezuela. p. 204
- Ruiz, T.E. *et al.* 1996. Comportamiento de *Leucaena leucocephala* sembrada conjuntamente con diferentes números de surcos de *Cynodon dactylon* var. 68. *Rev. cubana Cienc. agric.* 30:105
- Ruiz, T.E. & Febles, G. 2003. Establecimiento de especies de árboles y arbustos tropicales. Siembra, manejo y puesta en explotación. Curso financiado por el FIRA en Tantakin, Yucatán, México. 36 p.
- SAGARPA. 2004. Diagnóstico de la ganadería en Nayarit. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Subdelegación de Ganadería. Estudio informativo. 35 p.
- Sánchez, Tania. 2002. Evaluación de un sistema silvopastoril con hembras Mambí de primera lactancia bajo condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 93 p.
- SAS. 2003. User's Guide. SAS Institute Inc. Cary, North Caroline

Wencomo, Hilda B. 2005. Comportamiento agronómico de una asociación de *Leucaena* con otras especies vegetales. *Pastos y Forrajes*. 28 (3):221

Wencomo, Hilda *et al.* 2001. Comportamiento de *Leucaena spp.* en fase de establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 24 (2):115

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. I. Agronomic performance.

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

Abstract

This study was conducted with the objective of evaluating the agronomic performance of two *Leucaena* species, associated to *Brachiaria brizantha* and *Clitoria ternatea* in a silvopastoral system in the northern coastal prairie of the Nayarit state, Mexico. A randomized block design was used with four repetitions per treatment (legume:grass proportion): 1) *L. leucocephala*-*B. brizantha* (30:70); 2) *L. 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). Tree growth was measured on a monthly basis, in addition to survival and the performance of the legume:grass relationship in the system. *L. glauca* showed more height (66 cm) and diameter (0,98 cm) when combined with *B. brizantha* and *C. ternatea*, and *L. leucocephala* showed a higher number of branches (8,7) and more height (4,5 cm). Regarding survival, values of 70 to 80% were observed after a year of implementing the system. According to the results, the mixture of the tree legumes with *C. ternatea* and *B. brizantha* is concluded to be an important choice under the ecological conditions of the Mexican dry tropic.

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

Introducción

The livestock production activity in the tropic undergoes the consequences of long periods of forage shortage, which vary between six and eight months per year, and the lack of technology application and adequate management systems, among other main aspects, forces farmers to sell approximately 80 000 calves and lambs each year, to be fattened outside Nayarit (SAGARPA, 2004).

However, coarse-hair sheep have significantly increased their population (60%), which indicates their perspective in the meat industry (Aguirre, 2001); they utilize mainly native pastures, because the introduced pasturelands barely reach 20 000 hectares.

It is important to mention that in the dry tropic of Nayarit opportunities emerge for sustainable livestock production development, due to its biological diversity (Bojórquez and Hernández, 2004). In this sense, the *Leucaena* genus is the most studied and used in livestock production systems, due to its great versatility: erosion control, reforestation, production of wood and its derivatives, shade tree, organic fertilizer and feed for livestock, its acceptance by different animal species and its regrowth capacity after pruning or browsing (Petit Aldana and Suniaga, 2005; Hernández *et al.*, 2009).

Considering these reasons, this study was designed in order to evaluate the agronomic performance of two *Leucaena* species, associated to *Brachiaria brizantha* and *Clitoria ternatea*, in a silvopastoral system in the northern coastal plain of Nayarit state, Mexico.

Materials and Methods

Location and agroecological characteristics

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.

The climate of the experimental zone is characterized by two defined periods: a rainy one (July-October, with 95% of the annual 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 ternatea* (28:52:20)
- 4) *Leucaena glauca-Brachiaria brizantha-Clitoria ternatea* (28:52:20)
- 5) *Brachiaria brizantha* (100)

Planting method

The trees were planted at a distance of 4 x 1 m (3 320 plants/ha) between rows and between plants, respectively, and eight days later the other forage species were sown. In the 4-m intermediate strip three rows of *B. brizantha* were sown, with 1 m between them, and three rows of a creeping legume (*C. ternatea*) planted by seed, separated by 0,5 m from the pasture rows.

During the establishment of the trees sprinkler irrigation was used, which continued every 22 days by gravity and no fertilization was applied. Four months afterwards the homogenization cutting was performed at 80 cm of height; one month later it was grazed with sheep (three days per plot); 75 resting days were left for plant recovery, then there was a second grazing of two days per plot. After the rainy season, a second homogenization cutting was made at 60 cm of height, according to the indications made by Palma (2007).

Evaluated variables

With a 30-day frequency the growth of the tree species was evaluated during a period of 120 days; plant height from the root collar to the apical bud (cm), number of branches, height at the first branch and basal diameter (cm) were measured. In addition, the persistence of the tree species was evaluated during a year, after being established; the botanical composition of the pastureland was determined nine months after establishing the system and after the first simulated grazing, through the method of steps, described by Anon (1980).

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 height reached by the two *Leucaena* species during 120 days after planting. In the first 90 days no significant differences were observed among treatments. After 120 days the best treatments corresponded to the combination with *C. ternatea*, although without significant differences from *L. glauca* plus *B. brizantha*.

Similar results regarding the growth of *L. leucocephala* were reported by Febles *et al.* (2000) and Medina *et al.* (2007), with values of 56,2 and 45,0 cm, respectively, three months after being established from seedlings; while Ruiz *et al.* (1996) achieved higher results than the ones in this study (155-167 cm), at an

equal moment, but through direct planting. The lower growth of the plants is ascribed to the limited development of the seedling roots in the bag, while in seeding this consequence is not observed.

Thirty days after planting the differences among species regarding stem diameter were minimum (table 2), but since that moment *L. glauca* significantly increased its diameter until 120 days of age ($P < 0,05$); it can be assumed that this species shows an increase in stem diameter with regards to height 90 days after being established. On the contrary, *L. leucocephala* showed moderate increases; the same trend was observed by Wencomo (2005) and Medina *et al.* (2007), when evaluating these species. The best treatment regarding plant vigor was the combination *L. glauca*-*C. ternatea*-pasture.

The branch quantity for each tree species in the first 60 days of growth did not show statistical differences (table 3). However, since 90 days of age the treatments with *L. leucocephala* (1 and 3) showed a higher number of branches; it is considered that the plant combination of treatment 3 promoted an increase of this indicator with time; in treatment 4 there was a similar trend, but the number was lower. This behavior indicates that *L. glauca* could reach earlier its physiological maturity.

On the other hand, the height at first branch (table 4) did not show significant differences among treatments until 90 days; after 120 days *L. leucocephala* reached the lowest height (4,5 and 5,3 cm) as compared to *L. glauca* (10,7 and 11,3 cm).

In *L. glauca* the number of branches was maintained and new vegetative buds did not appear; the contrary occurred in *L. leucocephala*, which began the bud production stage and the apical growth significantly decreased; this is explained by plant combination (treatment 3). According to Ruiz and Febles (2003), in species used for animal feeding it is convenient to have medium size trees that produce a large quantity of forage and which show a good vegetative development, for which *L. leucocephala* can be considered a promising species for livestock production agroforestry systems of the coastal plain.

The persistence of the tree species 12 months after establishing the system (table 5) showed a slight decrease, but without statistical differences among treatments; *L. leucocephala* tended to show a better performance.

According to the ideal implementation characteristics of silvopastoral systems ecotypes are preferred that show fundamental biological conditions such as persistence, resistance to pests and diseases, sustained growth, capacity to stand stress and selection pressure, in addition to maintain environmental balance. *L. leucocephala* has been widely evaluated under grazing conditions and it shows survival values between 80 and 100% (Machado *et al.*, 2006); however, Paretas and López (2006) report that this species does not tolerate long flooding periods.

Table 6 shows the performance of the legume:grass proportion nine months after implementing the system. When comparing the initial relationship in each of the treatments, there was an increase of the leucaena population without significant differences; a decrease of pasture was observed in all treatments (except 5). The proportion of *C. ternatea* decreased the population of other components in the treatments and it mainly favored stem diameter when it was associated with *L. glauca*.

The results in the legume:grass relationship are ascribed to the selection by sheep, which ate more *L. leucocephala* than *L. glauca*, thus propitiating the development of *C. ternatea*. Animals are considered to favor the balance of the pastureland, by controlling the growth of species and thus avoid the invasion of other less desired ones. This differs from the observations made by Sánchez (2002) and Wencomo (2005), who reported an increase of grasses and a decrease of herbaceous legumes, mainly influenced by animal selectivity and the growth habit of pasture.

No significant differences were found in height nine months after being established, among the shrubby species after the first grazing by sheep (stocking rate: 1,17 animals/ha). Yet, *L. glauca*, being less consumed, increased significantly its basal diameter as compared to *L. leucocephala*, which coincides with the reports by Wencomo (2005). The sheep were confirmed to favor the growth of the treatments with *C. ternatea* to the detriment of the grass, similar results as the ones observed by Wencomo *et al.* (2001).

Conclusions

The simultaneous planting of the species did not influence the establishment of the association; which showed adequate growth. The mixture of tree legumes with the herbaceous legume *C. ternatea* and the grass *B. brizantha*, is an important choice for biomass production under the ecological conditions of the Mexican dry tropic.