

Establecimiento de *Leucaena leucocephala* con alta densidad de siembra bajo cocotero (*Cocos nucifera*)

J.M. Anguiano¹, J. Aguirre¹ y J.M. Palma²

¹Universidad Autónoma de Nayarit. México Posgrado en Ciencias Biológicas Agropecuarias y Pesqueras.

²CUIDA-FMVZ, Universidad de Colima. México

Correo electrónico: josemariang@hotmail.com

Para evaluar el comportamiento agronómico, fisiológico y productivo de *Leucaena leucocephala* en alta densidad de siembra bajo cocotero, se desarrolló un estudio en suelo con textura franco-arenosa. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con arreglo factorial. Los factores analizados fueron: densidad de siembra, con tres niveles 40, 60 y 80 mil plantas de leucaena/ha, y edad de la arbórea, con cinco 40, 55, 70, 85 y 100 d, con tres réplicas. La siembra se realizó en febrero de 2009, a profundidad de dos a tres cm. La semilla se escarificó e inoculó con rhizobium y micorrizas. A los 20 d de emerger la arbórea, los tratamientos se fertilizaron con la fórmula 00-20-10-20, aportada por tierra de diatomeas en dosis de 700 kg/ha. Se realizó control manual de las malezas en el área. En todas las variables estudiadas hubo efecto de interacción ($P < 0.001$). Los mejores valores encontrados a los 100 d de edad fueron para el tratamiento con 80 mil plantas de leucaena/ha en diámetro de tallo (1.27 cm), peso seco de hojas (49.54 g), peso seco de planta (72.61 g), producción de biomasa (6159 kg/ha), tasa productiva (61.59 kg MS/d/ha) y eficiencia de uso de agua (6.84 kg MS/m³). Estas cifras fueron semejantes estadísticamente a las obtenidas con 60 mil plantas de leucaena/ha, para altura de planta (133.67 y 138.28 cm) y número de hojas (23.94 y 24.72). La siembra de 80 mil plantas de leucaena/ha asociada a cocotero, como sistema de alta densidad, pudiera proponerse como alternativa para la intensificación de los sistemas agrosilvopastoriles en el área tropical.

Palabras clave: *leucaena*, *multiestrato*, *intensificación*, *biomasa*, *pastoreo*.

La producción de cocotero en el estado de Colima, México, es una de las actividades frutícolas de gran importancia, ya que existen aproximadamente 13.000 mil ha⁻¹, ubicadas en su mayoría en la zona costera. Por los altibajos en el precio de la fruta, los productores desarrollan diferentes combinaciones, lo que origina multiplicidad de sistemas agrosilvopastoriles. Combinaciones con frutales, como mango, limón, plátano; con cereales, como maíz y sorgo (Ordaz y Pérez-Zamora 1998) y con pastos nativos y mejorados, como guinea (*Panicum máximum*), señal (*Brachiaria brizantha*), estrella (*Cynodon plectostachyus*) (Palma 2006) y CT-115 (*Pennisetum purpureum*) (Rodríguez 2008), entre otros, se realizan con fines ganaderos, aunque con bajos resultados productivos (Palma 2006, Montiel *et al.* 2006 y Mazorra 2007).

En la ganadería, el uso de forrajes proteicos, como la *Leucaena leucocephala* (García *et al.* 2008 y Ruiz *et al.* 2008), es una alternativa que pudiera incrementar los indicadores productivos, aunque Reynolds (1995) estudió la combinación de palma de coco con *Leucaena leucocephala* y recomendó baja densidad de plantación. Es necesario estudiar opciones para intensificar los sistemas agrosilvopastoriles, sea por el incremento en la densidad de siembra (Palma 1997 y Murgueitio 2009) o por la optimización de los arreglos espaciales y estratos que se utilizan (Nahed 2008 y Bautista *et al.* 2011). Opciones como estas permiten el desarrollo de estrategias que posibilitan el incremento de la productividad del sistema.

Esta investigación tuvo como objetivo el establecimiento de guaje (*Leucaena leucocephala*),

con densidades de siembra de 40, 60, y 80 mil plantas/ha bajo cocotero (*Cocos nucifera*) y evaluaciones a los 40, 55, 70, 85 y 100 d de edad.

Materiales y Métodos

El experimento se desarrolló en la Unidad de Producción Bovina de doble propósito, perteneciente al Centro de Capacitación Agropecuaria y Forestal (CECAF), ubicado en la localidad de Caleras, municipio de Tecmán, Colima, localizado a 47 km de la autopista Colima-Manzanillo. Se halla georeferenciado en los 18° 57' 43" latitud norte y 103° 52' 47" longitud oeste, con altura sobre el nivel del mar de 59 m. Estos datos se obtuvieron de un geoposicionador portátil (GPS), marca Garmin e-trex modelo venture.

Las condiciones climatológicas de la unidad de producción ganadera son propias de un clima AW0, definido como trópico seco. Predomina la estación seca, en un período de siete a ocho meses (estiaje), y una estación lluviosa, con duración de cuatro a cinco meses. La precipitación media anual es de 600 mm y la temperatura promedio de 26 °C. La humedad relativa es de 70 % (CNA 2004).

El tipo de suelo es de formación aluvial reciente, con textura migajon arcillo-arenoso (arena 56.24 %, limo 21.08 %, arcilla 22.68 %). Su pH es de 7.5; 2.42 % de materia orgánica, 2.05 Mmhos/cm de conductividad eléctrica y 21.78 Meq/100g de suelo de capacidad de intercambio catiónico (Laboratorio de Análisis de Suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agropecuarias y Pecuarias, Campo Experimental Tecmán).

La edad de la huerta de cocotero es de 45 años. Tiene 25 m de altura, aproximadamente, y marco de plantación de 8 x 8 m. La siembra de la leucaena fue en febrero de 2009. Se utilizó semilla certificada de leucaena, con germinación mínima de 80 %. Las semillas se escarificaron por hidrotermia y se inocularon con mezcla de rhizobium y micorrizas (Rey *et al.* 2005). Se trazó un sistema de plantación a una hilera, con distancia entre surcos de 1.6 m, 2.40 m y 3.20 m (para las densidades de 80, 60 y 40 mil plantas/ha, respectivamente). Se sembró a chorrillo para asegurar las poblaciones requeridas. La profundidad de siembra fue de 2-3 cm. A todos los tratamientos, a los 20 d de emergencia la arbórea, se les aplicó fertilizante mineral natural, en dosis de 700 kg/ha, con base de tierra de diatomeas.

Para evaluar el establecimiento de leucaena se realizaron seis muestreos por parcela útil, de un metro lineal cada una. Se midieron tres plantas por cada muestreo. Las variables agronómicas fueron: altura, plantas/m, número de hojas, diámetro del tallo (Medina *et al.* 2007), producción de biomasa (peso seco hojas, peso seco tallo, peso seco de planta completa, rendimiento de materia seca). Se calcularon las variables fisiológicas tasa de crecimiento, tasa productiva y relación hoja/tallo. Para la determinación de la materia seca se utilizó una estufa de aire forzado a 65°C durante 48 h. Se realizaron cinco períodos de estudio, cada 15 d, a partir de los 40 d de edad de la arbórea.

La distribución de los tratamientos se realizó mediante un diseño en bloques al azar, con arreglo factorial (3 x 5). Uno de los factores fue la densidad de siembra de la arbórea con tres niveles (40, 60 y 80 mil plantas/ha) y

el otro, la edad de la planta, con cinco (40, 55, 70, 85 y 100 d). Se realizaron tres réplicas por tratamiento. La superficie de la parcela experimental fue de 880 m² (11 x 80 m). La parcela útil fue de 648 m². Se aplicó análisis de varianza para las variables estudiadas y prueba de Tukey para determinar la diferencia múltiple de medias ($P < 0.05$) (Montgomery 2004). En el manejo de los datos se utilizó el paquete estadístico Statistix (1998).

Resultados y Discusión

Los mejores resultados, en cuanto a la altura y el número de hojas, se obtuvieron con 60 y 80 mil árboles/ha a los 100 d de edad (tabla 1). La variable plantas por metro lineal mostró el mejor valor para el tratamiento con 40 mil árboles/ha, a los 40 d de edad. En este tratamiento hubo tendencia a decrecer, según avanzó la edad de la arbórea. En el resto fue estable. Este fenómeno se debe a la competencia que ejercieron entre sí las plantas de guaje en un momento en que la altura de la planta fue de aproximadamente 30 cm, lo que limitó su desarrollo. En este mismo orden, la variable diámetro del tallo mostró el valor más alto en el tratamiento con 80 mil árboles/ha⁻¹, a la edad de 100 d. Hubo comportamiento de tipo lineal, según avanzó la edad de la arbórea.

Los mayores contenidos de materia seca de la planta se obtuvieron a los 40 y 55 d de edad (tabla 2) con respecto al inicio del establecimiento, a los 40 y 55 d de edad. Similar comportamiento presentó el peso seco de hojas y planta y la producción de materia seca. El mejor valor se logró con 80 mil plantas/ha a los 100 d de edad. Este tratamiento fue tres y dos veces mayor con respecto a los tratamientos con 40 y 60 mil

Tabla 1. Características agronómicas de *Leucaena leucocephala* con diferente edad de crecimiento y densidad de siembra

| Edad (días) | Densidad (árboles/ha) (miles) | Altura (cm) | Plantas/m | Hojas | Diámetro tallo (cm) |
|-------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| 100 | 80 | 138.28 ^a | 13.55 ^{de} | 24.72 ^a | 1.27 ^a |
| 100 | 60 | 133.67 ^a | 15.11 ^b | 23.94 ^a | 1.04 ^b |
| 100 | 40 | 112.83 ^b | 14.50 ^{bcd} | 18.16 ^b | 0.88 ^{bc} |
| 85 | 60 | 111.11 ^b | 15.16 ^b | 16.44 ^b | 0.75 ^{cd} |
| 85 | 40 | 100.78 ^b | 14.38 ^{bcd} | 15.38 ^b | 0.66 ^d |
| 85 | 80 | 98.56 ^b | 13.22 ^e | 16.27 ^b | 0.78 ^{cd} |
| 70 | 60 | 76.06 ^c | 14.94 ^{bc} | 10.22 ^c | 0.36 ^{ef} |
| 70 | 40 | 63.89 ^c | 14.38 ^{bcd} | 9.33 ^{cd} | 0.42 ^e |
| 70 | 80 | 63.39 ^c | 13.77 ^{cde} | 8.8 ^{cd} | 0.33 ^{efg} |
| 55 | 60 | 29.61 ^d | 15.11 ^b | 6.72 ^{cde} | 0.22 ^{fgh} |
| 55 | 80 | 29.17 ^d | 14.27 ^{bcd} | 6.38 ^{cde} | 0.30 ^{efg} |
| 55 | 40 | 28.72 ^d | 14.66 ^{bcd} | 5.72 ^{de} | 0.19 ^{gh} |
| 40 | 40 | 12.56 ^e | 17.11 ^a | 4.39 ^e | 0.11 ^h |
| 40 | 80 | 12.47 ^e | 13.77 ^{cde} | 5.94 ^{de} | 0.13 ^h |
| 40 | 60 | 12.33 ^e | 15.16 ^b | 4.77 ^e | 0.11 ^h |
| EM | | 4.25 | 0.34 | 1.08 | 0.04 |
| P | | *** | *** | *** | *** |

^{abc}Valores con letras distintas en la misma columna difieren significativamente a $P < 0.001$ ***.

Tabla 2. Características de la producción de biomasa de *Leucaena leucocephala* a diferente edad y densidad de siembra

| Edad (días) | Densidad (árboles/ha) (miles) | Materia seca (%) | Peso seco hojas (g) | Peso seco planta (g) | Materia seca (kg/ha) |
|-------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 100 | 80 | 51.11 ^a | 49.54 ^a | 72.61 ^a | 6159.0 ^a |
| 100 | 60 | 51.27 ^a | 29.70 ^b | 41.27 ^b | 2545.0 ^b |
| 100 | 40 | 49.27 ^{ab} | 25.51 ^{bc} | 36.50 ^{bc} | 1643.0 ^{bcde} |
| 85 | 60 | 47.94 ^b | 24.29 ^{bc} | 29.77 ^{bcd} | 1853.0 ^{bcd} |
| 85 | 40 | 49.27 ^{ab} | 21.49 ^{bcde} | 26.33 ^{cde} | 1177.0 ^{def} |
| 85 | 80 | 49.72 ^{ab} | 23.60 ^{bcd} | 30.38 ^{bcd} | 2489.0 ^b |
| 70 | 60 | 50.33 ^{ab} | 14.43 ^{efgh} | 17.55 ^{defg} | 1076.0 ^{def} |
| 70 | 40 | 49.33 ^{ab} | 15.82 ^{defg} | 19.11 ^{defg} | 854.0 ^{def} |
| 70 | 80 | 49.77 ^{ab} | 18.68 ^{cdef} | 23.94 ^{cdef} | 2043.0 ^{bce} |
| 55 | 60 | 42.00 ^c | 10.59 ^{fghi} | 13.55 ^{efg} | 839.0 ^{def} |
| 55 | 80 | 43.72 ^c | 11.09 ^{fghi} | 14.16 ^{efg} | 1252.0 ^{def} |
| 55 | 40 | 38.50 ^d | 10.31 ^{ghi} | 12.72 ^{fg} | 577.0 ^f |
| 40 | 40 | 35.16 ^e | 5.69 ⁱ | 6.94 ^g | 367.0 ^f |
| 40 | 80 | 36.77 ^{de} | 6.59 ^{hi} | 8.05 ^g | 690.0 ^{ef} |
| 40 | 60 | 37.00 ^{de} | 7.56 ^{hi} | 9.22 ^g | 575.0 ^f |
| EM | | 0.73 | 2.35 | 3.75 | 302.0 |
| P | | *** | *** | *** | *** |

^{abc}Valores con letras distintas en la misma columna difieren significativamente a P < 0.001***

plantas respectivamente, y a la misma edad.

La mayor densidad de siembra (80 mil plantas/ha) presentó el valor máximo de materia seca con 6.0 t/h a los 100 d de edad, producción que supera los datos señalados por González *et al.* (2003). Estos autores indicaron valores de 1.79 t/MS/ha/corte en un estudio con densidades de siembra de 40.000 plantas/ha, con apoyo de riego cada 28 d, diferentes frecuencias de corte y cosecha a los siete meses del establecimiento. Esta diferencia se puede atribuir a la densidad de siembra y a la disponibilidad de agua utilizadas en este trabajo. Si se comparan estos datos con los resultados iniciales, correspondientes al establecimiento a los 100 d de edad, denotarían un potencial de producción de biomasa poco explorado.

Las variables de producción de biomasa mostraron valores con tendencia lineal al incremento conforme avanzó la edad de la arborea (tabla 2). Este fenómeno fue estudiado y descrito previamente por Palma (1997) para *Gliricidia* en establecimiento de alta densidad de siembra. Este comportamiento podría indicar la posibilidad de mantener por más tiempo productivo este tipo de pastizal en un sistema silvopastoril, ya que la alta densidad ayudaría a superar las limitaciones que suelen existir en la ganadería tropical (Palma *et al.* 2000).

Las densidades de siembra utilizadas en el experimento fueron superiores y con mejores resultados en sus componentes con respecto a los estudios realizados en Asia con *leucaena*, en condiciones de sombra bajo cocotero. También difieren de lo informados por Nitis *et al.* (1991), quienes señalaron que las densidades de siembra no deben rebasar 1500 plantas de

leucaena/ha. Además, se diferencian de lo referido por Reynolds (1995), quien indicó densidades de 5000 árboles/ha de *leucaena*. Ambos estudios se efectuaron en condiciones de sombra, bajo cocotero.

Aunque recientemente en sistemas multiestrato se proponen densidades de 7 hasta 20 mil plantas/ha para intensificar los sistemas silvopastoriles (Ibrahim *et al.* 2007), las densidades en este experimento superan lo citado en la literatura. Esto implica una propuesta novedosa en la intensificación de los sistemas silvopastoriles, con uso directo de la leguminosa arborea.

El arreglo espacial desarrollado denota una proposición diferente a lo que tradicionalmente se ha realizado en los sistemas silvopastoriles, puesto que acorta en las diferentes densidades el marco de plantación entre surco y entre planta, de modo que se logren densidades como las señaladas en este ensayo.

La estrategia propuesta para incorporar un nivel alto de densidad permite modificar la estructura de la planta, lo que pudiera optimizar la producción de biomasa en un sistema silvopastoril.

Se debe mencionar que la asociación de este tipo de densidades de la *leucaena* en cocotero, como cultivo generador de sombra, no afectó la producción de biomasa, ya que la leguminosa arborea demostró gran capacidad de adaptación a la calidad de los rayos solares con respecto al tiempo y fotomodulación de su follaje (Somarriba 2004).

Diferentes autores señalan que la proporción de luz y temperatura afecta el crecimiento de las plantas jóvenes, en casi todos los componentes botánicos en el ecosistema

Tabla 3. Tasa de crecimiento, relación hoja-tallo y eficiencia del uso del agua en leucaena con diferentes edades y densidad de siembra

| Edad (días) | Densidad (árboles/ha) (miles) | Tasa de crecimiento (cm/d) | Tasa productiva (kg MS/d/ha) | Relación hoja/tallo | Eficiencia de uso de agua (kg MS/m ³) |
|-------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|---|
| 100 | 80 | 1.38 ^a | 61.59 ^a | 2.38 ^d | 6.84 ^a |
| 100 | 60 | 1.33 ^{ab} | 25.45 ^{bc} | 2.86 ^d | 2.82 ^b |
| 100 | 40 | 1.22 ^{cd} | 16.43 ^{cde} | 2.61 ^d | 1.82 ^{bcd} |
| 85 | 60 | 1.30 ^{abc} | 21.81 ^{bcd} | 4.59 ^a | 2.06 ^{bcd} |
| 85 | 40 | 1.18 ^{bcd} | 13.84 ^{de} | 4.55 ^a | 1.30 ^{cdef} |
| 85 | 80 | 1.15 ^{bcd} | 29.29 ^b | 3.69 ^{bc} | 2.76 ^b |
| 70 | 60 | 1.08 ^{de} | 15.38 ^{cde} | 4.64 ^a | 1.19 ^{cdef} |
| 70 | 40 | 0.91 ^e | 12.20 ^{de} | 4.81 ^a | 0.95 ^{def} |
| 70 | 80 | 0.90 ^e | 29.18 ^b | 3.64 ^c | 2.27 ^{bc} |
| 55 | 60 | 0.53 ^f | 15.26 ^{cde} | 3.57 ^c | 0.93 ^{def} |
| 55 | 80 | 0.53 ^f | 22.76 ^{bcd} | 3.61 ^c | 1.38 ^{cdef} |
| 55 | 40 | 0.52 ^f | 10.50 ^e | 4.27 ^{ab} | 0.64 ^f |
| 40 | 40 | 0.31 ^g | 9.18 ^e | 4.54 ^a | 0.40 ^f |
| 40 | 80 | 0.31 ^g | 17.26 ^{cde} | 4.53 ^a | 0.76 ^{ef} |
| 40 | 60 | 0.30 ^g | 14.37 ^{de} | 4.57 ^a | 0.63 ^f |
| EM | | 0.04 | 3.08 | 0.17 | 0.33 |
| P | | *** | *** | *** | *** |

^{abc}Valores con letras distintas en la misma columna difieren significativamente a P < 0.001***.

(Ruiz *et al.* 1989, Shelton y Brewbaker 1994 y Shelton y Jones 1995). Sin embargo, en este caso, la sombra del cocotero fue gradual por la posición del sol, y no permanente, como posiblemente se llevó a cabo en los experimentos citados.

Los mejores valores de tasa de crecimiento se presentaron con 80 y 60 mil plantas/ha y a la edad de 100 d, pero sin diferir significativamente de 60 mil plantas/ha a los 85 d de edad, siendo el primero de ellos diferente al resto (tabla 3).

Tanto la tasa productiva como la eficiencia en el uso del agua fueron mayores con 80 mil plantas/ha a la edad de 100 d.

En cuanto a la relación hoja/tallo, fue mayor con 40 y 60 mil plantas/ha en las edades de 55, 70 y 85 d (tabla 3).

La tasa de crecimiento y la tasa productiva mostraron una tendencia lineal a aumentar conforme transcurrió la edad de crecimiento, la cual mostró una tendencia lineal decreciente con la edad.

Debido a la alta producción de biomasa en el tratamiento con 80 mil árboles/ha, la mejor eficiencia del uso consuntivo del agua se obtuvo también en este tratamiento.

Es importante mencionar que los resultados obtenidos en este estudio se pueden deber también a las condiciones de humedad uniforme del suelo, debido el apoyo del riego en la etapa de establecimiento y a las condiciones de fertilidad del suelo donde se llevó a cabo el experimento, por lo cual la arbórea expresó su potencialidad genética. Esto también se corresponde con el aumento de la capacidad fotosintética que se manifiesta

con la estructura botánica al transcurrir el tiempo de estudio, lo que repercutió en un peso específico mayor de las partes comestibles de la planta, variables que han sido demostradas en este trabajo. Además, concuerdan con lo señalado por diferentes autores (Farage *et al.* 1998, Ghannoum *et al.* 2000, Muir *et al.* 2001 y Sage 2001), quienes puntualizaron sobre las condiciones climáticas predominantes, su capacidad para hacer eficiente el uso de la humedad del suelo y con ello de los nutrientes, la conductancia estomática, y la fijación de CO₂.

Se concluye que el uso de altas densidades de siembra de leucaena bajo las condiciones de sombra de cocotero incrementó los rendimientos de materia seca y modificó positivamente las partes comestibles de la leucaena en condiciones de bajo uso de insumos en su establecimiento.

Se propone la densidad de 80 mil plantas/ha de leucaena intercaladas en cocotero. Se sugiere además, evaluar su comportamiento y persistencia como un sistema silvopastoril con ganado vacuno.

Referencias

- Bautista, T.M., López, O.S., Pérez, H.P., Vargas, M.M., Gallardo, L.F. & Gómez, M.F. 2011. Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad "El Limón", municipio Paso de Ovejas. Veracruz, México. Trop. and Subtrop. Agroecosystems 14:63
- CNA. 2004. Boletín informativo climatológico. Colima. México
- Farage, P.K., Mckee, I. F. & Long, S. P. 1998. Does a low nitrogen supply necessarily lead to acclimation of photosynthesis to elevated CO₂. Plant Physiol. 118:573
- García, D.E., Wencomo, H.B., Gozález, M.E., Medina, M.G.,

- Cova, L.J. & Spengler, I. 2008. Evaluación de diecinueve ecotipos de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit basada en la calidad nutritiva del forraje. *Zoot. Trop.* 26:1
- Ghannoum, O., Caemmerer, S.V., Ziska, L.H. & Conroy, J. P. 2000. The growth response of C₄ plants to rising atmospheric CO₂ partial pressure: a reassessment. *J. Plant cell and Environmental.* 23: 931
- González, I., Faria-Mármol, J., Morrillo, D., Mavarez, O., Noguera, N. & Fuenmayor, E. 2003. Efecto de frecuencias de riego y corte sobre el rendimiento de materia seca en *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. *Rev. Fac. Agron.* 20:364
- Ibrahim, M., Villanueva, C. & Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15:73
- Mazorra, C. 2007. Elementos a considerar para integrar animales a los cultivos perennes. *Rev. Avances en Investigación Agropecuaria* 11:3
- Medina, M.G., García, G., Clavero, T. & Iglesias, J.M. 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zoot. Trop.* 25:83
- Montgomery, D.C. 2004. Diseño y análisis de experimentos. Ed. LIMUSA. Segunda Edición. México, D.F. 686 pp.
- Montiel, A.G., Krishnamurthy, L., Vázquez, A.A. & Uribe, G.M. 2006. Opciones agroforestales para productores de palma de coco en el estado de Michoacán México. *Terra Latinoamericana.* 24:557
- Muir, J.P., Sanderson, M.A., Ocumpaugh, W. R., Jones, R. M. & Reed, R. L. 2001. Biomass production of "Alamo" switchgrass in response to nitrogen phosphorus, and row spacing. *Agron. J.* 93:896
- Murgueitio, E. 2009. Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América latina. *Rev. Avances en Investigación Agropecuaria* 13:3
- Nahed, T.J. 2008. Aspectos metodológicos en la evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles. *Rev. Avances en Investigación Agropecuaria* 12:3
- Nitis, I.M., Putra, S., Sukanten, W., Suarna, M. & Lana, K. 1991. Prospects for Increasing Forage Supply in Intensive Plantation Crops Systems in Bali. En: Forage for Plantation Crops. ACIAR. Proc. No. 32
- Ordaz, O.E. & Pérez-Zamora, O. 1998. Comportamiento de la palma de coco en cinco sistemas de producción en el Estado de Colima, México. *Terra latinoamericana* 16:259
- Palma, J.M. 1997. Establecimiento de *Gliricidia sepium* en el trópico seco con alta densidad de siembra. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5:5
- Palma, J.M. 2006. Los sistemas Silvopastoriles en el trópico seco Mexicano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14:95
- Palma, J.M., Ruiz, T. & Jordán, H. 2000. Banco de proteína con *Leucaena leucocephala*. Una experiencia de transferencia de tecnología en sistemas silvopastoriles en México. Ed. AgroSystems Editing. Colima. México. 58 pp.
- Rey, A.M., Chamorro, D.R. & Ramírez, M. 2005. Efecto de la doble inoculación de Rhizobios y micorrizas sobre la producción y calidad del forraje de *Leucaena leucocephala*. *Rev. CORPOICA.* 6:52
- Reynolds, S.G. 1995. Pasture-Cattle-Coconut Systems. FAO. Rome. 668 pp.
- Rodríguez, J. 2008. Establecimiento del pasto *Pennisetum purpureum* CT-115 asociado con cocotero. IV Reunión nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles "Estrategia ambientalmente amigable". Colima. México. p. 315
- Ruiz, T.E., Castillo, E., Alonso, J. & Febles, G. 2008. Algunos factores que influyen en la producción de biomasa en sistemas silvopastoriles en el trópico. IV Reunión nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles. Colima. México
- Ruiz, T.E., Febles, G., Sistachs, M., Díaz, L.E., Bernal, G. & León, J.J. 1989. Methods for the establishment of *L. Leucocephala* in Cuba. XVI Int. Grass. Cong. Nice. France
- Sage, R. F. 2001. "Environmental and evolutionary preconditions for the origin and diversification of the C₄ photosynthetic syndrome. *Plant. Biol.* 3:202
- Shelton, H.M. & Brewbaker, J.L. 1994. *Leucaena leucocephala* - the most widely used forage tree legume. En: Forage tree legumes in tropical agriculture. Eds. R.C. Gutteridge y H.M. Shelton. CAB International, UK. p. 15
- Shelton, H. & Jones, R.J. 1995. Opportunities and limitations in *Leucaena*. En: *Leucaena Opportunities and limitations.* Proc. Workshop in Bogor Indonesia. 61 pp.
- Somarriba, E. 2004. ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales? *Agroforestería en las Américas.* p. 41
- Statistix. 1998. Statistix analytical software. Barland. Internacional Inc. Tallase, Florida USA.

Recibido: 14 de abril de 2011