

Evaluación de accesiones de *Leucaena leucocephala* a pastoreo en el bosque seco tropical. I. Disponibilidad de forraje.¹

Evaluation of *Leucaena leucocephala* accessions under grazing in the tropical dry forest: I. Forage availability.

Jesús Faría Mármo²

Resumen

Para estudiar el efecto del pastoreo sobre la persistencia y disponibilidad de forraje (DF) de diez accesiones de *Leucaena leucocephala*, se estableció un área de 2500 m² en la Finca San Benito, Municipio Jesús E. Lossada, Estado Zulia (10° 28' LN y 72° 5' LO). El promedio de precipitación anual es de 1000 mm, y la temperatura media de 28 °C. El suelo es Alfisol de textura Franco-arenoso; pH 5.5; 2.3% de materia orgánica y valores de P, Ca, K y Mg de 7.2; 100; 62; y 324 ppm, respectivamente. El diseño estadístico fue de bloques al azar con seis repeticiones y parcelas con un área efectiva de 10 m² (5x2). Se realizaron 7 pastoreos con 7 días de ocupación (2 horas/día) y 42 días de descanso. La carga animal se ajustó para que la defoliación en 7 días fuese el 100% del FD. La altura promedio de las plantas de *Leucaena leucocephala* fue de 1.49 cm, seis meses después de la siembra con diferencias (P≤.05) entre las accesiones 17502^A, 7985^A, 5983^A, 17223^A y 17501^A con respecto al material "Brasil", quien alcanzó la menor altura promedio (1.21^B cm). La altura de planta estuvo relacionada a la disponibilidad de forraje de la planta entera (r=0.50; P≤.05), fracción gruesa (r=0.56; P≤.01), fracción fina (r=0.29; P≤.05) y el coeficiente fracción fina/fracción gruesa (r= -0.27; P≤.05). En cada pastoreo se estimó la DF/accesión observándose diferencias (P≤.05) entre tratamientos con valores extremos de 3207^A y 1824^C (kg/ha/42 días), para las accesiones 17502 y 17219, respectivamente. El 60% de las accesiones superó las 2200 Kg de materia seca/ha/42 días evidenciando un excelente potencial forrajero. La precipitación influyó (P≤.05) la DF, lográndose 8304^A Kg/ha durante las lluvias y 4476^B Kg/ha en la época seca.

Palabras claves: *Leucaena leucocephala*, disponibilidad de forrajes, pastoreo, accesiones, banco de proteína.

Recibido: 08-06-94 • Aceptado: 01-06-95

1. Trabajo subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES-LUZ) y el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP-ZULIA).

2. FONAIAP-ZULIA, Apartado 1316, Maracaibo, Zulia, Venezuela.

Abstract

To study the effect of grazing and the season of the year on the persistence, and forage availability (FA) of ten accessions of *Leucaena leucocephala* an area of 2500 m² was planted in a commercial farm located 56 km Southnest of Maracaibo, Jesús E. Lossada municipality, Zulia state (11° of North latitude and 72° west latitude). The soil is an acid (pH 5.5) sandy loam, with 2.3% organic matter and 72; 100; 62 and 324 ppm of P, Ca, K and Mg respectively. Means Annual rainfall is 1000 mm and the yearly temperature average is 28 °C. Accessions were assigned to the plots according to randomized completed block design with six replications. Each plot had an effective area of 10 m² (5x2). Seven grazing cycles with 7 day grazing periods (2 hour/day) and 42 day rest periods were completed. The number of animals was adjusted so that 100% of the forage available was removed during the grazing period. The average height of the plants was 1.49 cm six month later to the seeding with a difference of (P≤.05) between the accession 17502^A; 5983^A; 17223^A and 17501^A and the "Brasil" material, which achieved the lowest height (1.21^B cm). A significant relationship was found between plant height (r=0.50; P≤.05) and thick fraction (r=0.56; P≤.01), fine fraction (r= 0.29; P≤.05) and the fine fraction/thick fraction coefficient (r=-0.27; P≤.05). Before each grazing period, an estimation of the GDMA/accessions was made. Differences (P≤.05) among accessions were detected, with values ranging from 3207^A to 1282^C kg/ha for accessions 17502 and 17219, respectively. Sixty percent of the accessions yielded over 2200 kg GDM/ha/42 days, showing an excellent forage potential for the region Rainfall influenced (P≤.05) influenced the FA, with an average of 8304^A Kg/ha during the raining season and 4476^B kg/ha in the dry season.

Key words: *Leucaena leucocephala*, forage availability, accessions, grazing, bank of protein.

Introducción

La *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, es una leguminosa arbustiva perenne, originaria de México y Centro América, de alta producción forrajera, tolerante a la sequía prolongada en las que permanece verde, con elevado valor nutritivo, mientras otros forrajes están lignificados, deshidratados y con valor alimenticio marginal (2, 6).

Estudios agronómicos de adaptación realizados en nuestra región

han permitido identificar accesiones de *Leucaena* de gran adaptación y potencial forrajero bajo las condiciones de clima y suelo del bosque seco tropical (1, 4).

Estas accesiones de elevada productividad forrajera necesitan continuar en estudio, con el propósito de conocer las más promisorias bajo pastoreo e identificar los factores de manejo que más afecten su producción, persistencia y valor nu-

tritativo como una condición previa para la utilización racional de esta leguminosa en nuestra producción ganadera.

Ante esta situación se realizó un experimento que persiguió como objetivo general:

Estudiar el efecto del pastoreo sobre la persistencia, y disponibilidad de materia verde seca en diez accesiones de *Leucaena leucocephala* en Campo Boscán, Venezuela.

Como objetivos específicos se pueden señalar:

Estimar las fluctuaciones a través del año en el forraje disponible de las diversas líneas de *Leucaena leucocephala* bajo estudio.

Evaluar la capacidad de rebrote y persistencia de las diferentes *Leucaenas* a pastoreo.

Registrar la presencia de plagas y enfermedades que afecten la productividad forrajera de los materiales de *Leucaena leucocephala*.

Materiales y métodos

Localización y características de clima y suelos:

El ensayo se realizó en la finca San Benito, ubicada en el Municipio Jesús Enrique Lossada del Estado Zulia, localizada geográficamente a 10° 28' de Latitud Norte y 72° 5' de Longitud Oeste.

Las condiciones climatológicas del área corresponden al subsector subhúmedo de la altiplanicie de Maracaibo, con precipitaciones promedio de 1000 mm anuales y temperaturas medias de 28 °C.

La topografía es plana y los suelos del orden Alfisol con textura Franco-Arenosa, pH 5.5 con 2.3% de materia orgánica y valores de P, Ca, K y Mg de 7.2; 100; 62; y 324 ppm, respectivamente.

Establecimiento y manejo del ensayo

La siembra se realizó en una área aproximada de 2500 m² en Agosto de 1990 con semilla botánica previamente escarificada (sumer-

giéndola en agua hirviendo durante 15 seg.) e inoculándola con una cepa comercial de *Rhizobium* específica para *Leucaena*.

La fertilización se efectuó al momento de la siembra con 22 kg/de fósforo (50kg P₂O₅), 41.4 kg/ha de potasio (50kg de K₂O) y 20 kg de magnesio/ha. Se emplearon como fuente super fosfato triple, cloruro de potasio y sulfato de magnesio.

Para el control de malezas se realizó una aplicación de herbicidas en forma preemergente y dirigida entre las hileras, con una mezcla de cloroacetanilida (Dual 720 C. E.) y Linurón (Afalón 750 P.S) en dosis de 2 l/ha y 1.5 k/ha. Luego se realizaron tres controles manuales de las malezas (1 mensual), hasta que se logró el establecimiento de la *Leucaena*.

Las parcelas fueron sometidas al primer pastoreo 6 meses después de la siembra en plena sequía, manejándose con un período de descanso de 42 días y 7 días de ocupación (2

hr/día después del ordeño de la mañana). El periodo total de evaluación incluyó 7 pastoreos.

El número de animales a emplear en cada pastoreo se ajustó de acuerdo a la cantidad de materia verde seca disponible, de forma que las plantas presentaran un aspecto de defoliación total al séptimo día de pastoreo.

Tratamiento y diseño experimental

Los tratamientos fueron constituidos por 10 accesiones de *Leucaena leucocephala* (Cuadro 1) proporcionadas por la sección de Germoplasma del Programa de Pastos Tropicales del CIAT, seleccionadas previamente de una colección de 90 accesiones por su adaptación, producción de materia seca, valor nutritivo y persistencia en ensayos agronómicos bajo condición de sequías prolongadas (1, 4).

Las accesiones fueron sembradas directamente al campo en hileras dobles (constituidos por 2 hilos espaciados 1 metro) a chorro corrido y separadas 2 mts.

Cada parcela tenía un área efectiva de 10 m² (5x2), lo que garantizó un área de muestreo de 60 m²/accesión.

Disponibilidad de forraje (DF)

La estimación de este parámetro se determinó para cada accesión, un día antes del pastoreo, cosechándose a 30 cm del suelo dentro del área efectiva de la parcela (10 m²) cada 42 días. En total se realizaron 7 muestreos.

Antes del primer pastoreo se estimó la disponibilidad de materia verde seca en las distintas accesiones, para los componentes: fracción fina (DMVSFF, constituida especialmente por hojas, pecíolos y tallos con diámetro ≤ 5 mm) fracción gruesa (DMVSFG, tallos con diámetros ≥ 6 mm) y planta entera (DMSVPE, fracción fina más fracción gruesa).

En el resto de pastoreos el material cosechado se separó en dos componentes, la fracción gruesa (≥6mm) que fue desechada y una fracción fina (≤5mm) que constituye la porción de la planta que los animales a pastoreo consumen (DI^o).

Cuadro 1. Accesiones de *Leucaena leucocephala* bajo estudio.

| Accesión | Origen | Accesión | Origen |
|----------|-----------|----------|-----------|
| CIAT N° | | CIAT N° | |
| 17502 | Australia | 7385 | Venezuela |
| 7985 | Brasil | 17223 | México |
| 9377 | México | 17501 | USA |
| 17217 | México | "Brasil" | Brasil |
| 7984 | Paraguay | 17219 | México |

Análisis estadístico de los datos

El diseño estadístico fue de bloques al azar con 3 repeticiones. El estudio estadístico de la información, se hizo empleando un análisis convencional de varianza para las 10 accesiones bajo estudio en el período

total de evaluación y para las épocas seca y lluviosa, respectivamente.

Las comparaciones entre las medias de los tratamientos se realizaron mediante la prueba de Duncan (10). Los datos fueron procesados a través del sistema estadístico SAS, aplicando el modelo lineal (GLM).

Resultados y discusión

Disponibilidad de forraje

Las distintas líneas de *Leucaena leucocephala* estuvieron listas para el primer pastoreo a cuatro meses después de la siembra (Diciembre de 1991), sin embargo este sólo fue realizado el 28 de Febrero de 1991 cuando el período seco estuvo bien avanzado.

La disponibilidad de materia seca 6 meses después de la siembra en la accesiones evaluadas se presentan en el Cuadro 2.

El rendimiento de Materia Seca (RMS) para planta entera fluctuó entre 7418 (Brasil) y 15178 (CIAT17502) kg/ha con un valor promedio de 10735 kg, notándose diferencias significativas entre algunos de los materiales estudiados.

La accesión 17502 mostró mayor producción de materia seca total (planta entera) que la 7385; 17501; Brasil y la 17219. Estas diferencias son fundamentalmente una consecuencia de la mayor producción de materia seca proveniente de la fracción gruesa (tallos ≥ 6 mm), donde la 17502 exhibió el mejor rendimiento.

Con relación a la fracción de mayor interés forrajero (fracción

fina) la disponibilidad inicial promedio de las distintas accesiones a pesar de la sequía (90 días consecutivos sin lluvias) fue alta (4674 kg/ha) y sin diferencias significativas entre ellas. Este resultado confirma lo reportado en ensayos agronómicos de adaptación de especies (1, 4) acerca de la gran adaptación y productividad forrajera de esta leguminosa en nuestras condiciones.

La proporción entre la fracción fina y fracción gruesa de la materia seca es un indicativo de la cantidad de forraje de alto valor nutritivo que se puede obtener a partir de una planta (8). En este ensayo se obtuvieron valores que fluctuaron entre 0.65 y 1.12, con un promedio de 0.87, siendo la accesión 1752 la que presentó el menor coeficiente.

Lo relativamente bajo, de estos resultados en relación a lo reportado por Echeverri *et al.* (3) puede atribuirse a la avanzada edad de la planta (24 semanas) que pudo ocasionar un aumento significativo de la fracción gruesa con relación a la fracción fina (8).

La altura promedio de las plantas en las distintas accesiones de *Leucaena leucocephala* seis meses después de la siembra fue de 1.49 cm

Cuadro 2. Disponibilidad Promedio* de Materia Seca (Kg/ha) en Accesiones de *Leucaena leucocephala*.

| Accesiones CIAT N° | Planta | | | |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| | Entera | Fracciones de la Planta | | |
| | | Fina | Gruesa | Ff/Fg |
| 17502 | 15.18 ^a | 5.79 | 9.38 ^a | 0.65 ^b |
| 7985 | 11.57 ^{ab} | 5.45 | 6.12 ^b | 0.95 ^{ab} |
| 9377 | 11.18 ^{ab} | 5.52 | 5.66 ^b | 1.05 ^{ab} |
| 17217 | 11.29 ^{ab} | 5.31 | 5.98 ^b | 0.89 ^{ab} |
| 7984 | 11.43 ^{ab} | 5.23 | 6.20 ^b | 0.84 ^{ab} |
| 7385 | 7.77 ^b | 3.02 | 4.75 ^b | 0.75 ^{ab} |
| 17223 | 12.49 ^{ab} | 6.01 | 6.48 ^{ab} | 1.12 ^a |
| 17501 | 9.43 ^b | 3.73 | 5.70 ^b | 0.78 ^{ab} |
| Brasil | 7.42 ^b | 2.99 | 4.49 ^b | 0.74 ^{ab} |
| 17219 | 9.51 ^b | 3.68 | 5.83 ^b | 0.96 ^{ab} |
| Promedio | 10.73 | 4.67 | 6.06 | 0.87 |

* 6 meses después de la siembra.

Promedios en una misma columna con letras iguales no difieren en forma significativa (P<.05) según la prueba de Duncan.

(Figura 1) las accesiones 17502; 7985; 5983; 17223 y 17501, lograron una altura superior (P<.05) al material "Brasil" que alcanzó el valor más bajo (1.21 cm).

La altura de las plantas no constituyó un obstáculo para el consumo del forraje por parte de los animales a pastoreo, y estuvo relacionada a la disponibilidad de Materia Verde Seca de la planta entera (r: 0.50; P<.01), fracción gruesa (r: 0.56; P<.01), fracción fina (r: 0.29; P<.05) y al coeficiente fracción fina/fracción gruesa (r: -0.27; P<.05).

Productividad forrajera bajo pastoreo

Luego de 7 pastoreos la disponibilidad de la materia verde seca de las distintas accesiones mostró un com-

portamiento diferente (P<.05) con valores extremos entre 3.207 y 1.825 kg/ha/42 días para CIAT 17502 y 17219, respectivamente. (Cuadro 3).

La disponibilidad promedio para todas los materiales se vio disminuida a 2.130 Kg/ha/42 días, al extraer el valor correspondiente al primer pastoreo que abarca el período de establecimiento. Sin embargo, las diferencias en la productividad forrajera bajo pastoreo, se mantuvieron para las accesiones en estudio; con una potencialidad productiva superior a 23/t/ha/año para la accesión 17502 y de 13/t/ha/año para la 17219 accesión, considerada esta última entre las de menor rendimiento.

Los cambios en las condiciones del clima durante el período experimental, especialmente en la precipi-

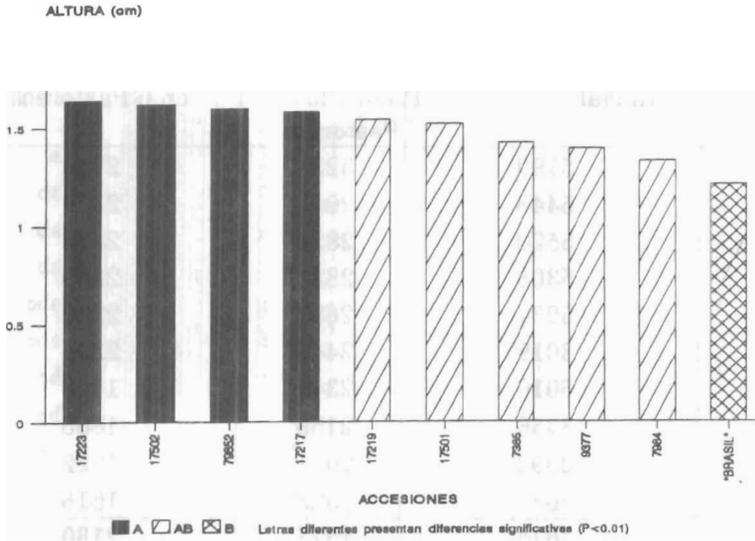


Fig. 1 Altura de la planta (cm) en accesiones de *Leucaena* seis meses después de la siembra

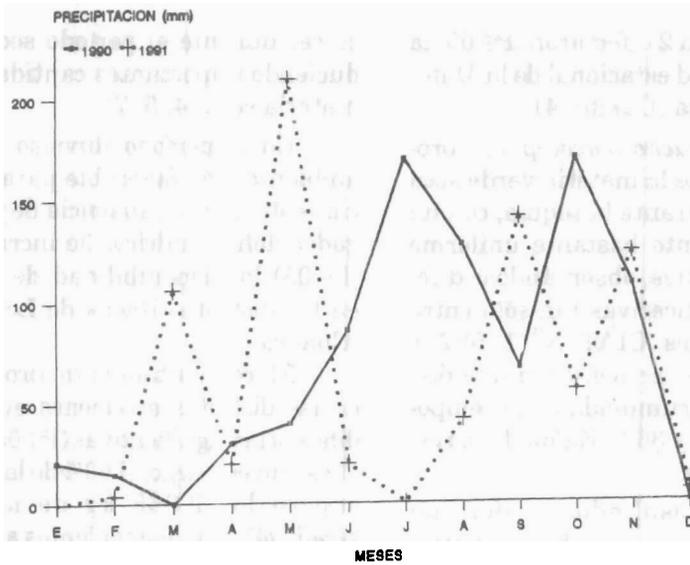


Fig. 2 Precipitación mensual en el área experimental

Cuadro 3. Disponibilidad Promedio de Materia Seca (Kg/ha) en Accesiones de *Leucaena leucocephala*.

| Accesiones CIAT N° | Disponibilidad* Inicial | Disponibilidad** Promedio en 7 Pastoreos | Disponibilidad*** en 6 Pastoreos |
|-----------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|
| 17502 | 5790 | 3231 ^a | 2750 ^a |
| 7985 | 5448 | 2906 ^{ab} | 2339 ^{ab} |
| 9377 | 5520 | 2828 ^{ab} | 2338 ^{ab} |
| 17217 | 5308 | 2825 ^{ab} | 2389 ^{ab} |
| 7984 | 5234 | 2697 ^{abc} | 2230 ^{abc} |
| 7385 | 3019 | 2445 ^{abc} | 2234 ^{abc} |
| 17223 | 6010 | 2341 ^{abc} | 1758 ^{bc} |
| 17501 | 3736 | 2159 ^{bc} | 1866 ^{bc} |
| Brasil | 2992 | 2021 ^{bc} | 1822 ^{bc} |
| 17219 | 3681 | 1825 ^c | 1516 ^c |
| Promedio | 4674 | 2527 | 2130 |

* 6 meses después de sembrado y antes del primer pastoreo.

** Incluye la disponibilidad inicial o de establecimiento.

*** Cada 42 días sin incluir la disponibilidad inicial.

Promedios en una misma columna con letras iguales no difieren en forma significativa ($P \leq 0.05$) según la prueba de Duncan.

tación (Figura 2) afectaron ($P \leq 0.05$) la disponibilidad estacional de la Materia Verde Seca (Cuadro 4).

La *Leucaena leucocephala* produjo el 35% de la materia verde seca disponible durante la sequía, con un comportamiento bastante uniforme entre accesiones, observándose diferencias significativas tan sólo entre los materiales CIAT N° 17502 y 17219 quienes presentaron una disponibilidad acumulada en la temporada de 5832 y 3621 Kg/ha días, respectivamente.

Estos resultados evidencian que *Leucaena leucocephala* manejada con pastoreo fuerte (100% de defoliación/42 días), además de tolerar la sequía y el pastoreo, es capaz de

crecer durante el período seco, produciendo importantes cantidades de materia seca (4, 5, 7).

En el período lluvioso con un ambiente más favorable para el crecimiento, ante la ausencia de prolongados déficit hídricos se incrementó ($P \leq 0.05$) la disponibilidad de forraje en las distintas líneas de *Leucaena* (Cuadro 4).

El comportamiento productivo de las distintas accesiones evidenció diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre ellas. Sin embargo, el 60% de las líneas superó los 2.963 kg de materia seca/ha/42 días, equivalentes a más de 2 t/ha/mes durante las lluvias. El resto de materiales (40%) considerados los menos productivos en la prueba, tam-

Cuadro 4. Disponibilidad acumulada de Materia (kg/ha) de accesiones de *Leucaena leucocephala*.

| Accesiones CIAT N° | Epoca Seca * | Epoca Lluviosa * | Total** |
|-----------------------|--------------------|---------------------|----------------------|
| 17502 | 5832 ^a | 10668 ^a | 16500 ^a |
| 7985 | 4168 ^{ab} | 10226 ^a | 14394 ^{ab} |
| 9377 | 4796 ^{ab} | 9232 ^a | 14029 ^{ab} |
| 17217 | 5444 ^{ab} | 8889 ^{ab} | 14333 ^{ab} |
| 7984 | 4448 ^{ab} | 8890 ^{ab} | 13379 ^{ab} |
| 7385 | 4004 ^{ab} | 9402 ^a | 13406 ^{abc} |
| 17223 | 4029 ^{ab} | 6519 ^c | 10548 ^{bc} |
| 17501 | 4181 ^{ab} | 7013 ^{bc} | 11194 ^{bc} |
| Brasil | 4193 ^{ab} | 6739 ^c | 10931 ^{bc} |
| 17219 | 3621 ^b | 5472 ^c | 9093 ^c |
| Promedio | 4476 ^a | 8304 ^b | 12780 |

* Acumulados de 3 pastoreos.

** Acumulados de 6 Pastoreos.

Promedios en una misma columna con letras iguales no difieren en forma significativa (P<.05) según la prueba de Duncan.

bién mostraron valores considerados promisorios, pues produjeron más de 1.5 t de materia seca/ha/mes.

La elevada disponibilidad de forraje que produjo la *Leucaena leu-*

cocephala a través de todo el ensayo, la muestra como una leguminosa capaz de soportar cargas altas aún con déficit hídrico prolongado.

Conclusiones

Del análisis de la información obtenida en este ensayo se pueden derivar las siguientes conclusiones:

Las accesiones 17502; 7985; 5983; 17223 y 17501, lograron una altura de planta superior a la accesión "Brasil" quien registró el menor valor.

La altura de la planta presentó una correlación positiva con la disponibilidad de materia verde seca de la planta entera, de la fracción fina y la fracción gruesa. Además, estuvo asociada negativamente al coeficiente fracción fina/fracción gruesa y no cons-

tituyó un obstáculo para la cosecha del forraje por parte de los animales.

La disponibilidad de materia verde seca reveló diferencias significativas entre accesiones de *Leucaena leucocephala* para el período total de evaluación, siendo las más destacadas la CIAT 17502; 7985; 9377; 17217; 7984; 7385; que produjeron en promedio 2390 kg de materia verde seca cada 6 semanas.

Cambios en las condiciones climáticas, especialmente en la precipitación afectaron la disponibilidad de forraje en *Leucaena leucocephala*,

quien, sin embargo, produjo el 35% de su follaje durante la sequía.

En la época seca todas las accesiones exhibieron una alta tolerancia al déficit hídrico y gran capacidad de rebrote. Sin embargo, la accesión 17502 superó significativamente en producción de forraje a la accesión 7219, quien mostró el menor rendimiento promedio.

Durante las lluvias con un ambiente más favorable para el crecimiento, *Leucaena leucocephala* logró el 65% de su producción forrajera. Las accesiones más destacadas en esta temporada fueron la 17502, 7985, 9377, 17217, 7385 y la 7984.

Ninguno de los materiales evaluados sufrió de ataques de plagas o enfermedades que afectaran su persistencia y producción.

Agradecimiento

El autor agradece al Ing. Zoot. Camilo García, al Técnico Asociado a la Investigación Gustavo Gómez su colaboración en la fase de campo de

esta investigación y al Ing. Agr. Alonso del Villar por su apoyo en el análisis estadístico de la información.

Literatura citada

1. Amati, N. 1992. Evaluación de ecotipos de *Leucaena leucocephala* en un ambiente de bosque seco tropical. Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Zootecnia. (Tesis de grado). 64 pp.
2. Arriojas, L. I. 1986. *Leucaena leucocephala* como planta forrajera. Revista Facultad de Agronomía Universidad Central de Venezuela. 31:169-192.
3. Echeverri, J.; A. Gómez; E. Pizarro y L. Franco. 1987. Evaluación agronómica de accesiones de *Leucaena* en el Valle del Cauca, Colombia. Pasturas Tropicales-Boletín. 9 (3):25-29.
4. Faría-Mármol, J. 1994. Evaluación de Accesiones de *Leucaena* en el bosque muy seco tropical. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 11 (1):43-52.
5. Martínez, M; L. Tergas y A. Méndez-Cruz. 1987. Producción de forraje y valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* en la región semiárida del sur de Puerto Rico. Pasturas Tropicales 12 (3):25-28.
6. National Research Council. 1984. *Leucaena: Promising Forage and Tree Crop for the Tropic*. Second Edition, National Academy Press, Washington, D.C.
7. Oakes, A. J. 1968. *Leucaena leucocephala* Description- Culture- Utilization Reprinted from the advancing frontiers of plant science. Crops, Research Service, U. S. Department of Agriculture, Plant Industry Station. pp 1-76.
8. Pathak, P. S; P. Raid; R. Debray. 1980 Forage production from kool-babool *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. 1. Effect of plant density, cutting intensity and interval. Forage Res. 6:83-90.
9. Razz, R.; R. González; J. Faría; D. Esparza y N. Faría 1992. Efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación sobre el rendimiento de materia seca de la *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 9 (1):17-23.
10. Stell, R. G. D. y J. A. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics with special reference to the biological science Mc Graw Hill Book, Co; New York. 481 pp.