

## MANEJO DE LAS DEFOLIACIONES DE *Leucaena leucocephala* PARA LA PRODUCCION DE FORRAJE EN EL PERIODO SECO EN CUBA. 2. EFECTO DE PODAS UNICAS EN EL VALOR NUTRITIVO

I. Hernández, J.E. Benavides<sup>1</sup> y L. Simón

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"  
Matanzas, Cuba

<sup>1</sup> Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)  
Turrialba, Costa Rica

Se determinó la influencia de la poda en noviembre y diciembre sobre el valor nutritivo de la biomasa comestible de *Leucaena leucocephala* cosechada posteriormente como forraje en cuatro momentos del período seco en Cuba (febrero, marzo, abril y mayo). En cada fracción comestible de la biomasa se estudió la DIVMS, así como los contenidos de PB, FC, Ca y P. La DIVMS de las hojas (67,6-69,8 %) y los tallos tiernos (46,5-47,5 %) tuvo poca variación entre los tratamientos estudiados; el mayor contenido de PB de las hojas en la poda final se presentó en mayo (33,8 %) y en el caso de los tallos tiernos las mayores proporciones se alcanzaron en febrero y marzo, que difirieron ( $P < 0,05$ ) de abril y mayo. Los rendimientos en PB total y en MSD se incrementaron a medida que transcurrieron los meses de sequía. El contenido de FC de los tallos tiernos duplicó al de las hojas, tanto por el efecto de la poda inicial como de las podas finales. No se encontraron diferencias en los contenidos de Ca y P para los tratamientos estudiados. La biomasa comestible de *L. leucocephala* obtenida durante el período seco en Cuba presenta un potencial alimenticio apreciable para la alimentación animal.

**Palabras claves:** *Leucaena leucocephala*, poda, valor nutritivo

It was determined the influence of November and December pruning upon edible biomass nutritive value of *Leucaena leucocephala* subsequently harvested as forage in four moments during the dry period in Cuba (February, March, April, May). IVDM digestibility was studied in each fraction of edible biomass, as well as CP, CF, Ca and P contents. IVDM digestibility on leaves (67,6-69,8 %) and fresh stems (46,5-47,5 %) had slight variation among treatments under study; the highest CP content on leaves during the last pruning was reported on May (33,8 %) and as regards fresh stems the greatest proportions were reached on February and March, which differed ( $P < 0,05$ ) from April and May. An increase in total CP and digestible DM yields was observed with the passing dry months. Fresh stems CF content doubled the CF content in leaves, as much as by the effect of the initial pruning as the last prunings. Differences in Ca and P contents were no found for the treatments studied. Edible biomass obtained from *L. leucocephala* during the dry season in Cuba has a valuable fodder potential for animal feeding.

**Additional index words:** *Leucaena leucocephala*, pruning, nutritive value

Las características nutricionales y de producción de biomasa de muchas especies de plantas perennes leñosas pueden permitir su integración ventajosa en los sistemas de producción animal. En la ganadería estas especies pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de alimento en la época de sequía. Las hojas, los tallos tiernos y las legumbres forman parte de la dieta de muchas especies de rumiantes y han sido usadas tradicionalmente como fuente de forraje de los animales domésticos en Asia, Africa y el Pacífico (Skerman, 1977).

El valor forrajero de los árboles leguminosos como alimento está determinado por su habilidad para proveer los nutrientes requeridos por los animales para su mantenimiento, crecimiento y reproducción. Muchas especies han sido más usadas para alimentar rumiantes, aunque existen algunos estudios (Norton, 1994) de su inclusión en las dietas de no rumiantes (cerdos y aves).

La especie de árbol leguminoso más estudiada por su valor nutricional y su capacidad de producción de biomasa en los climas que tienen dos estaciones climáticas definidas (lluvia y seca) es la leucaena (Shelton y Brewbaker, 1994); en este sentido Cáceres y González (1998) encontraron diferencias en la composición bromatológica de *L. leucocephala* cv. Cunninghamham en lluvia y seca, por lo que señalaron que se debe tener en cuenta la influencia de las condiciones edafoclimáticas en dicho indicador. El objetivo de este trabajo fue estudiar el valor nutricional del follaje de *L. leucocephala* en el período seco en Cuba cuando fue podada inicialmente en los meses de noviembre y diciembre.

### **MATERIALES Y METODOS**

Las condiciones climáticas y de suelo fueron señaladas en un artículo anterior (Hernández, Benavides y Simón, 1998). El ensayo se efectuó en áreas de *L. leucocephala* con más de 5 años de establecida y comenzó en noviembre de 1995.

Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por 12 árboles de leucaena replicados en cuatro bloques. La altura de poda fue de 45 cm. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con un arreglo factorial  $2^4$  y cuatro repeticiones. Los factores en estudio fueron:

- Podas al inicio del período seco (noviembre y diciembre)
- Podas durante el período seco (febrero, marzo, abril y mayo)

Las variables estudiadas en este trabajo fueron las siguientes:

**Materia seca digestible (MSD).** Se estimó a partir de los datos de materia seca obtenidos en los diferentes tratamientos y sus respectivos valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca; se expresó en kg/ha.

**Proteína bruta total (PBT).** Se estimó a partir de los datos de materia seca obtenidos en los diferentes tratamientos y sus respectivos valores de proteína bruta; se expresó en kg/ha.

**Fibra cruda (FC).** Se determinó por el método de Henneberg y Stohman (AOAC, 1965). Se expresó como porcentaje de la materia seca de las fracciones de la biomasa comestible.

**Proteína bruta (PB).** Se cuantificó por el método de Nessler (Snell y Snell, 1954). Esta variable se expresó como porcentaje de las fracciones de la biomasa comestible.

**Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).** Se determinó mediante el método de dos fases descrito por Tylley y Terry (1963) y modificado por Kass y Rodríguez (1987). Esta variable se expresó como porcentaje de la materia seca de las fracciones de la biomasa comestible.

**Contenido de fósforo (P).** Se determinó por espectrofotometría de absorción utilizando para el desarrollo del color el complejo azul fosfomolibdico. Se expresó como porcentaje de la materia seca.

**Contenido de calcio (Ca).** Se determinó por el método complejimétrico (AOAC, 1965) y se expresó como porcentaje de la materia seca.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

#### 1.1 Efecto de la poda inicial

En la tabla 1 se observa que el mes de poda inicial no afectó significativamente la DIVMS de ninguno de los componentes de la planta en estudio. Los valores fueron elevados en las hojas para ambos momentos de poda y coincidieron con lo informado por Brewbaker (1986), quien encontró un 68,8 % de DIVMS. En el caso de los tallos tiernos la digestibilidad fue considerada media y resultó superior al 46 % detectado por Baggio (1982) y Beliard (1984).

#### 1.2 Efecto de la poda final

La DIVMS de ambas fracciones no tuvo variación entre los meses de sequía (tabla 2), aunque fue notable la diferencia existente entre la digestibilidad de las hojas y de los tallos tiernos, lo que se relaciona con los altos contenidos de lignina presentes en esta última fracción de la biomasa comestible (Norton, 1994). En estudios desarrollados por Cáceres y González (1998) en esta misma variedad de leucaena, se encontraron diferencias entre los valores de la digestibilidad aparente en seca (62 %) y lluvia (53 %).

Los resultados de este trabajo coinciden con el rango de digestibilidad (50-70 %) propuesto por NAS (1977), aunque probablemente este indicador sea superior ya que la mimosina reduce la actividad de las bacterias celulíticas y, por tanto, la digestibilidad *in vitro* se subestima con frecuencia en 2-7 % (Norton, 1994).

Tabla 1. Efecto de la poda inicial sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de las hojas y los tallos tiernos de *L. leucocephala*.

Poda inicial	% DIVMS	
	Hojas	Tallos tiernos
Noviembre	68,5 <sup>a</sup>	47,4 <sup>a</sup>
Diciembre	68,0 <sup>a</sup>	46,5 <sup>a</sup>
ES ±	0,02	0,06

Valores con igual letra vertical no difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

## 2. Contenido de proteína bruta

### 2.1 Efecto de la poda inicial

En la tabla 3 se muestran los porcentajes de PB presentes en las hojas y los tallos tiernos, según el momento de poda inicial. Aunque no se observaron diferencias significativas, es importante destacar el alto nivel de PB en las hojas y en los tallos tiernos.

Funes y Díaz (1979) informaron resultados similares en el período de sequía al estudiar el comportamiento de un ecotipo cubano de leucaena; mientras que Pound y Martínez-Cairo (1985) señalaron valores de hasta 29,4 % en la harina de hojas. Los elevados porcentajes de PB en las hojas y los tallos tiernos de leucaena obtenidos en este trabajo, probablemente estén relacionados con una mayor movilización de nutrientes hacia el área foliar con motivo del estrés fisiológico provocado por la poda y la posterior sequía a que estuvieron sometidas las plantas durante el período experimental.

Tabla 2. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de las hojas y los tallos tiernos de *L. leucocephala* podada al inicio de la seca.

Poda final	% DIVMS	
	Hojas	Tallos tiernos
Febrero	67,6 <sup>a</sup>	47,4 <sup>a</sup>
Marzo	67,6 <sup>a</sup>	46,9 <sup>a</sup>
Abril	67,9 <sup>a</sup>	46,9 <sup>a</sup>
Mayo	69,8 <sup>a</sup>	46,6 <sup>a</sup>
ES ±	1,04	2,02

Valores con igual letra vertical no difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Tabla 3. Efecto de la poda inicial sobre el contenido de proteína bruta de las hojas y los tallos tiernos de *L. leucocephala*.

Poda inicial	% PB	
	Hojas	Tallos tiernos
Noviembre	30,8 <sup>a</sup>	18,8 <sup>a</sup>
Diciembre	29,8 <sup>a</sup>	18,5 <sup>a</sup>
ES ±	3,1	2,01

Valores con igual letra vertical no difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

### 2.2 Efecto de la poda final

El contenido de PB en la MS de la leucaena (tabla 4) fue relativamente alto en todos los tratamientos de poda final, aunque NAS (1977) señaló valores de hasta 34 % en hojas jóvenes y Takahashi y Ripperton (1949) informaron contenidos de 24,1; 26,1 y 30,1 %, respectivamente en hojas de plantas segadas tres, cuatro y seis veces al año.

El contenido de PB en mayo fue significativamente diferente ( $P < 0,05$ ) que el de abril, pero no difirió del de febrero y marzo; este comportamiento es atípico y contradictorio, ya que aunque los rendimientos de MS son

más altos para los intervalos de corte más largos, el porcentaje en proteína es mejor para los intervalos de corte más cortos (Takahashi y Ripperton, 1949). Es probable que el alto contenido de PB en mayo se deba a que en este mes muchas hojas o folíolos viejos se hayan caído y se estuviera produciendo una emisión de hojas jóvenes.

En un estudio desarrollado en Cuba con un ecotipo cubano de leucaena se hallaron, en el primer corte, contenidos de 28,9 % en las hojas y entre 14,1 y 16,4 % en los tallos tiernos. En la fase de manejo se obtuvo entre 24 y 32 % en las hojas durante la estación seca y entre 19 y 29 % en lluvia. Los tallos tiernos contenían entre 15 y 24 % en seca y entre 8 y 15 % en lluvia (Funes y Díaz, 1979). Los valores obtenidos en el presente trabajo variaron entre 25 y 33 % para las hojas y entre 15 y 22 % para los tallos tiernos en el período seco.

Tabla 4. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre el contenido de proteína bruta de las hojas y los tallos tiernos de *L. leucocephala* podada al inicio de la seca.

Poda final	% PB	
	Hojas	Tallos tiernos
Febrero	32,0 <sup>a</sup>	22,3 <sup>a</sup>
Marzo	30,0 <sup>a,b</sup>	20,6 <sup>a</sup>
Abril	25,4 <sup>b</sup>	15,2 <sup>b</sup>
Mayo	33,8 <sup>a</sup>	15,9 <sup>b</sup>
ES ±	0,02	0,01

Valores con igual letra vertical no difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Los microorganismos del rumen requieren de un valor mínimo de amoníaco (70 mg N/L) para garantizar su actividad óptima; los valores menores que estos se asocian con un decrecimiento en la actividad microbiana (digestión) y son indicativos de deficiencia de nitrógeno. Los alimentos con menos de 1,3 % de N son considerados deficientes y no pueden proveer los niveles de amoníaco requeridos (Norton, 1994). En el caso de la leucaena del presente estudio (como ocurre con la mayoría de las leguminosas perennes leñosas forrajeras) estos valores fueron mayores en todos los meses, por lo que puede ser considerada como un adecuado suplemento proteico para la sequía.

### 3. Materia seca digestible y proteína bruta total

#### 3.1 Efecto de la poda inicial

No hubo diferencias entre los meses de poda inicial en estas variables (tabla 5), las cuales mostraron tendencias muy similares a las observadas en la producción de materia seca comestible.

#### 3.2 Efecto de la poda final

En la tabla 6 pueden observarse los resultados de la producción de PB total y de la MSD de la leucaena podada en diferentes momentos. Como era de esperar las tendencias fueron similares a las observadas para la producción de MS, ya que la producción de PB total y la MSD provienen de la multiplicación de la MS

por su contenido de PB y por su DIVMS. Se observó, al igual que en el caso de la MS, que los rendimientos en PB total y MSD se incrementaron a medida que transcurrieron los meses, aunque estos solo difirieron significativamente ( $P < 0,05$ ) del mes de febrero.

La cantidad de proteína aportada por la poda de mayo fue superior a la del resto de los meses ( $P < 0,05$ ), aunque no hubo diferencias con la poda de marzo, lo cual estuvo asociado con la mayor cantidad de MS en dicho mes (2,39 t/ha) al compararla con la de febrero (0,59 t/ha).

Tabla 5. Efecto de la poda inicial sobre la producción de proteína bruta total y materia seca digestible de *L. leucocephala*.

Poda inicial	Producción (kg de MS/ha)	
	PB total	MSD
Noviembre	250 <sup>a</sup>	608 <sup>a</sup>
Diciembre	247 <sup>a</sup>	592 <sup>a</sup>
ES ±	1,8	2,1

Valores con igual letra vertical no difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Tabla 6. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre la producción de proteína bruta total y materia seca digestible de *L. leucocephala* podada al inicio de la seca.

Poda final	Producción (kg de MS/ha)	
	PB total	MSD
Febrero	113 <sup>c</sup>	241 <sup>b</sup>
Marzo	298 <sup>ab</sup>	685 <sup>a</sup>
Abril	234 <sup>b</sup>	657 <sup>a</sup>
Mayo	361 <sup>a</sup>	823 <sup>a</sup>
ES ±	0,46	18,12

Valores con igual letra vertical no difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

#### 4. Contenido de fibra cruda

##### 4.1 Efecto de la poda inicial

En el contenido de FC no existieron diferencias significativas por efecto de los meses de poda inicial (tabla 7). El porcentaje en los tallos tiernos duplicó al de las hojas, lo cual está relacionado con el incremento de los carbohidratos estructurales y la lignificación de los tejidos de esa fracción (Van Soest, 1982).

Tabla 7. Efecto de la poda inicial sobre el contenido de fibra cruda de las hojas y los tallos tiernos de *L. leucocephala*.

Poda inicial	% FC	
	Hojas	Tallos tiernos
Noviembre	15,4 <sup>a</sup>	34,0 <sup>a</sup>
Diciembre	16,0 <sup>a</sup>	33,2 <sup>a</sup>
ES ±	0,01	0,03

Valores con igual letra vertical no difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

#### 4.2 Efecto de la poda final

Aunque no hubo diferencias estadísticas, se observó una tendencia al incremento en el contenido de FC a medida que transcurrieron los meses del período poco lluvioso (tabla 8).

Es normal que el contenido de FC tienda a crecer en el tiempo, ya que está compuesta principalmente por carbohidratos estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa). Brewbaker (1986) informó contenidos de FC en las hojas de leucaena que variaron desde 13,1 hasta 18,3 % y en los tallos tiernos de 37,7 %; aunque este autor no indicó en qué fase de crecimiento de la planta se efectuaron dichas mediciones, sus resultados tienen similitud con los obtenidos en este ensayo.

Tabla 8. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre el contenido de fibra cruda de las hojas y los tallos tiernos de *L. leucocephala* podada al inicio de la seca.

Poda final	% FC	
	Hojas	Tallo tierno
Febrero	14,0 <sup>a</sup>	32,5 <sup>a</sup>
Marzo	15,8 <sup>a</sup>	33,3 <sup>a</sup>
Abril	15,5 <sup>a</sup>	32,5 <sup>a</sup>
Mayo	17,5 <sup>a</sup>	36,2 <sup>a</sup>
ES ±	1,07	3,01

Valores con igual letra vertical no difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

### 5. Contenido de fósforo y calcio

#### 5.1 Efecto de la poda inicial

No se encontraron diferencias en los contenidos de Ca y P por efecto de la poda inicial (tabla 9). En el caso del Ca los valores de las hojas fueron superiores a los de los tallos tiernos. Similares resultados fueron hallados por Funes y Díaz (1979), quienes plantearon que el contenido de Ca varió entre 1,2 y 2,4 % en las hojas y de 0,6-0,9 % en los tallos tiernos. No ocurrió lo mismo para el P, ya que no hubo diferencia entre los componentes de la biomasa comestible y los valores estuvieron por debajo de lo informado por los autores antes mencionados. No obstante, estos niveles de fósforo se asemejan a los señalados por Upadhyay, Rekib y Pathak (1974) y Wahyuni, Yulianti, Komara, Yates, Obst y Lowry (1982).

#### 5.2 Efecto de la poda final

En términos generales los contenidos de Ca y P, tanto en las hojas como en los tallos tiernos, descendieron durante los meses de sequía; esta disminución fue más marcada en el Ca, que mostró una fuerte caída en el mes de mayo (tabla 10).

En el caso del P en las hojas se observó una recuperación significativamente diferente ( $P < 0,05$ ) al final de la sequía. Funes y Díaz (1979) encontraron que el contenido de P en las hojas de leucaena varió entre 0,29 y 0,35 % y en los tallos entre 0,25 y 0,27 %; mientras que Vergara (1967) señaló contenidos de 0,26 % y Brewbaker (1986) informó un rango de 0,16-0,22 % en el follaje.

Tabla 9. Efecto de la poda inicial sobre el contenido de fósforo y calcio de las hojas y los tallos tiernos de *L. leucocephala*.

Poda inicial	Fósforo, %		Calcio, %	
	Hojas	Tallos tiernos	Hojas	Tallos tiernos
Noviembre	0,18 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>	2,28 <sup>a</sup>	0,99 <sup>a</sup>
Diciembre	0,21 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	2,02 <sup>a</sup>	1,08 <sup>a</sup>
ES ±	0,001	0,02	1,9	0,81

Valores con igual letra vertical no difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Los contenidos de Ca fueron mayores en las hojas que en los tallos tiernos. Funes y Díaz (1979) hallaron valores de Ca entre 1,18 y 2,43 % en las hojas y entre 0,63 y 0,90 % en los tallos tiernos; mientras que Jones (1979) informó contenidos entre 1 y 2 % y NAS (1977) entre 0,23 y 2,36 % en el follaje.

Los porcentajes de ambos elementos en las hojas y los tallos son variables y en este sentido Norton (1994) considera que la composición química de los árboles leguminosos forrajeros varía con el tipo de suelo (localidad), la parte de la planta, la edad de las hojas y la estación del año.

Los estudios que explican con claridad las variaciones en el contenido de minerales en los árboles forrajeros son escasos y la poca información existente está dispersa (Norton, 1994). Los requerimientos mínimos de P en los rumiantes varían desde 1,2 hasta 2,4 g/kg de MS de alimento, dependiendo de la función ruminal. El Ca está íntimamente relacionado con el metabolismo del P en la formación de los huesos y se recomienda una relación Ca:P de 2:1 para las dietas de los rumiantes. Generalmente el Ca no es una limitante en el forraje de los árboles (Norton, 1994).

Tabla 10. Efecto de los cortes en los meses de sequía sobre el contenido de fósforo y calcio en las hojas y los tallos tiernos de *L. leucocephala* podada al inicio de la seca.

Poda final	Fósforo, %		Calcio, %	
	Hojas	Tallos tiernos	Hojas	Tallos tiernos
Febrero	0,27 <sup>a</sup>	0,22 <sup>a</sup>	2,47 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>
Marzo	0,19 <sup>bc</sup>	0,21 <sup>a</sup>	2,27 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>
Abril	0,13 <sup>c</sup>	0,18 <sup>a</sup>	2,43 <sup>a</sup>	1,11 <sup>a</sup>
Mayo	0,20 <sup>b</sup>	0,17 <sup>a</sup>	1,42 <sup>b</sup>	0,75 <sup>a</sup>
ES ±	0,005	0,1	1,23	0,92

Valores con igual letra vertical no difieren significativamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

### CONCLUSIONES

1. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca de las fracciones de la biomasa comestible se mantuvo constante a lo largo de la estación seca; mientras que el contenido de proteína bruta fue variable en las hojas y disminuyó en los tallos tiernos al final de la sequía.
2. El porcentaje de fibra cruda en los tallos tiernos duplicó al de las hojas, lo cual está relacionado con el incremento de los carbohidratos estructurales y con la lignificación de los tejidos de esa fracción.

3. Los contenidos de P y Ca disminuyeron ligeramente en los meses finales de la sequía y esta disminución fue más marcada en los tallos tiernos.

### REFERENCIAS

- AOAC. 1965. Official methods of analysis. 10<sup>th</sup> ed. Washington, D.C. 452 p.
- BAGGIO, A.J. 1982. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. UCR-CATIE. Turrialba, Costa Rica. 91 p.
- BELIARD, C. 1984. Producción de biomasa de *Gliricidia sepium* en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda. Tesis Mag. Sc. UCR-CATIE. Turrialba, Costa Rica. 97 p.
- BREWBAKER, J.L. 1986. Leguminous trees and shrubs for southeast Asia and the South Pacific. In: Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. (Blair, G.J.; Ivory, D.A. and Evans, T.R., Eds.). ACIAR Proceedings Series No. 12, Australia. p. 43
- CACERES, O. & GONZALEZ, E. 1998. Valor nutritivo del follaje de árboles y arbustos tropicales. IV. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. **Pastos y Forrajes**. 21:265
- FUNES, F. & DIAZ, L.E. 1979. Resultados preliminares sobre la leucaena en Cuba. Resúmenes. II Reunión ACPA. La Habana, Cuba. II Parte, p. 138
- JONES, R.J. 1979. The value of *L. leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. **World Animal Review**. 31:13
- HERNANDEZ, I.; BENAVIDES, J.E. & SIMON, L. 1998. Manejo de las defoliaciones de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje en el período seco en Cuba. 1. Efecto de podas únicas en el rendimiento, la tasa de crecimiento y las variables dasométricas. **Pastos y Forrajes**. 21:227
- KASS, M. & RODRIGUEZ, G. 1987. Manual de evaluación nutricional de pastos y forrajes. CATIE-Departamento de Producción Animal. Turrialba, Costa Rica. 48 p. (Mimeo)
- NAS. 1977. Leucaena: Promising forage and tree crop for the tropics. National Academy Press. Washington, D.C. USA. 115 p.
- NORTON, B.W. 1994. The nutritive value of tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M., Eds.). CAB International. Wallingford, UK. p. 177
- POUND, B. & MARTINEZ-CAIRO, L. 1985. Leucaena, su cultivo y utilización. Overseas Development Administration. Londres, Gran Bretaña. 289 p.
- SHELTON, H.M. & BREWBAKER, J.L. 1994. *Leucaena leucocephala* – the most widely used forage tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M., Eds.). CAB International. Wallingford, UK. p. 15
- SKERMAN, P.J. 1977. Tropical forage legumes. FAO Plant Production and Protection. Series No. 2. Rome, Italy. 609 p.
- SNELL, F.D. & SNELL, C.T. 1954. Colorimetric methods of analysis. 3<sup>rd</sup> ed. New York. 420 p.
- TAKAHASHI, M. & RIPPERTON, J.C. 1949. Koa haola (*Leucaena glauca*): Its establishment, culture and utilization as a forage crop. **Hawaii Agriculture Experimental Station. Bulletin 100**, p. 56

- TILLEY, J.M. & TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**. 18:104
- UPADHYAY, V.S.; REKIB, A. & PATHAK, P.S. 1974. Nutritive value of *Leucaena leucocephala*. **Indian Veterinary Journal**. 51 (8):534
- VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, USA. 374 p.
- VERGARA, J. 1967. Los minerales para la producción de carne. **Agricultura Tropical**. 23:229
- WAHYUNI, S.; YULIANTI, E.S.; KOMARA, W.; YATES, N.G.; OBST, N.G. & LOWRY, J.B. 1982. The performance of ongole cattle offered either grass, sun-dried *Leucaena leucocephala* or varying proportions of each. **Tropical Animal Production**. 7 (3):275

**Recibido el 6 de agosto de 1998**  
**Aceptado el 3 de marzo de 1999**