

CAPÍTULO I

Leucaena (*Leucaena leucocephala*) y Cují (*Acacia macracantha* y *Mimosa tenuiflora*) como aporte de proteína económica en los sistemas doble propósito.

Freddy Espinoza¹, Adolfo Torres² y Eduardo Chacón³.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay, estado Aragua. Correo-E:f_espinoza@inia.gob.ve

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro de Investigaciones del estado Trujillo (CIAE Trujillo), Pampanito, estado Trujillo.

³Universidad Central de Venezuela (UCV). Fac. de Cs. Veterinarias, Maracay, estado Aragua.

Introducción

Es bien sabido que la especie leguminosa arbórea forrajera más difundida en el mundo es el falso cují o conocida mundialmente como leucaena (*Leucaena leucocephala*). Sin embargo, en Venezuela, a pesar de la gran cantidad de trabajos científicos y divulgativos desarrollados, se estima que la superficie no debe exceder de unas 300 a 500 hectáreas, siendo mayor su uso en la zona occidental del país. Mientras, que en los llanos, probablemente, no se superen las 30 a 50 hectáreas; entre otras razones, por el tipo de suelos y los cultivos existentes, así como por desconocimiento de los productores de las bondades de esta especie y su capacidad de adaptación a determinados rangos de suelo.

Durante las décadas del 70 y 80 del siglo pasado se le consideró como el árbol milagroso, por su versatilidad de usos: alimentación animal, cercas vivas, rompevientos, postes para viviendas, madera liviana y para cultivos de sombras. La aparición de la plaga conocida como psílido (*Heteropsyla cubana*) y su limitante para desarrollarse en suelos ácidos, principalmente con problemas de aluminio intercambiable, fueron mermando su propagación. En Venezuela, está comprobado que es factible el uso de la

leucaena para la alimentación animal y en sistemas agroforestales, por excelencia, tal como se mostrará posteriormente.

En zonas disturbadas por el hombre, producto de la deforestación y mal manejo de los suelos en los llanos venezolanos, se encuentra presente los llamados cujíales, entre las que se encuentran: el cují negro (*Mimosa tenuiflora*) y cují (*Acacia macracantha*), entre otras. Es muy poco lo que se tiene de conocimiento en relación a estas últimas especies, principalmente en lo referente al uso en la alimentación animal en sistemas silvopastoriles o agropastoril.

1. Bondades de la leucaena o falso cují (*Leucaena leucocephala*)

Adaptación

Es una leguminosa arbórea que puede alcanzar alturas comprendidas entre los 2,0 y los 20,0 metros (Franzolin y Velloso, 1987 y Espinoza, 1996). Es una especie tropical que requiere temperaturas diurnas entre 25 a 30°C para un crecimiento óptimo (FAO, 1991). Es muy resistente a la sequía, ya que posee un sistema radical profundo, el cual se puede extender hasta 5 m para obtener el agua subterránea. Tiene la capacidad de desarrollarse en zonas con precipitaciones entre los 300 y 3000 mm/año. No tolera suelos con mal drenaje interno, puede crecer en suelos de baja fertilidad natural, pero con buen drenaje y sin problemas de aluminio intercambiable (Espinoza, 1996). Resultados obtenidos en el Estado Cojedes y en invernaderos, reflejan que existen ciertos ecotipos o accesiones de leucaena que se adaptan a condiciones de suelos ácidos y su permanencia y capacidad de adaptación dependerá del manejo a que sea sometida la planta (Espinoza y Gil, 1999).

Respuesta de leucaena en suelos ácidos

Rendimiento de materia seca

Es recomendable el uso de altas densidades de siembra con el propósito de obtener altos rendimientos de materia seca, no obstante, aún persisten algunas dudas con los patrones de siembra cuando el animal la cosecha directamente (Chacón et al., 1995). La leucaena puede considerarse como una de las leguminosas arbóreas forrajeras con mayor rendimiento. En el Cuadro 1 se observa la producción de materia seca de la leucaena en diferentes

localidades en el ámbito nacional e internacional, cuyo rendimiento va a depender de las condiciones climáticas y edáficas de cada zona en particular, oscilando la producción de hojas y tallos finos comestibles entre 1,3 y 20 t MS/ha.

Cuadro 1. Rendimientos de materia seca de *Leucaena leucocephala* a diferentes localidades.

Localidad	pH	Densidad (ptas./ha)	IEC* (sem)	Rendimiento (t MS/ha)	Autor
Valle del Cauca, Colombia	6,7	3.000	8	1,0 a 2,1 ^a	1
Barrerito, Paraguay	5,2			1,3 a 8,0	2
São Carlos, Brasil	4,8	20.000		5,1 a 6,4	3
Tinaco, Venezuela	4,6	7.692	12	0,5 a 1,4 ^a	4
Yaracuy, Venezuela	5,4	10.000	10	0,8 a 6,6	5
Tinaco, Venezuela	4,7	28.600	12	0,8 a 1,3	6

^a: Materia seca comestible, t MS/ha/corte.

*:Intervalo entre corte (semanas)

1Echeverri *et al.*, 1.987; 2 Valinotti y Heyn, 1.991; 3 Primavera *et al.*, 1.994; 4 Espinoza *et al.*, 1.994 ; 5 Torres *et al.*, 1.996; 6 Espinoza *et al.*, 2003

Trabajos realizados en el Municipio Tinaco del estado Cojedes, en suelos del Orden Oxisol, el cual se caracteriza por ser suelos viejos, lavados, con problemas de drenaje, pobres en fertilidad natural y con problemas de acidez han mostrado la adaptabilidad de ciertas accesiones (CIAT 7984, CIAT 9443, CIAT 17223, CIAT 17222 y CIAT 17492) con rendimientos de 189, 181, 166, 165, y 155 g MS/planta/corte, respectivamente, con valores de proteína cruda (PC), ceniza, calcio (Ca) y fósforo (P) para el período seco de 19; 5; 1,17 y 0,26%, mientras que para el período lluvioso fue de 20; 6; 1,18 y 0,22%, respectivamente (Espinoza *et al.*, 1992), valores éstos considerados bajos cuando son comparados en otras localidades, los cuales pueden variar entre 20 y 29% de PC, 1,17 a 3,1 de Ca y de 0,13 a 0,29 de P (Espinoza, 1996). Incluso se ha obtenido niveles de hasta 33% de PC en el estrato superior de la planta (Espinoza *et al.*, 1998). No obstante, los resultados de los primeros trabajos fueron basados en estudios de adaptabilidad con la aplicación mínima de fertilizantes inorgánicos. Ello implica dos aspectos importantes

para el establecimiento de leucaena en suelos ácidos. El primero de ellos es la necesidad de realizar estudios de fertilización y la segunda es considerar la densidad de siembra a utilizar.

Trabajos ejecutados por Torres *et al.* (1996), utilizando hileras sencillas (HS) y dobles (HD) con distancias entre hileras diferentes (1 y 2 m), encontraron que para 4 cortes, en HS el rendimiento promedio de materia seca total fue de 1,7 t MS/ha/corte (rango: 4,8 - 14,4 t MS/ha/año), mientras que en HD el promedio fue 5,1 t MS/ha/corte (rango: 17,4 y 39,6 t/ha). En cambio, no obtuvieron efecto para distancia entre hileras, siendo los valores de 3,5 y 3,3 t MS/ha para 1 y 2 m de distancia entre hileras, respectivamente. La mejor respuesta en producción en las hileras dobles pudiera estar influenciada por una mayor concentración de raíces que colonizan más volumen de suelo y en consecuencia una mayor eficiencia en la utilización de los nutrimentos; asimismo, el efecto sobre la biomasa aérea y arquitectura de la planta la hará a su vez más competitiva en la captación de luz para ser más eficiente fotosintéticamente.

Este es un tema a seguir investigando en suelos ácidos con la finalidad de obtener la densidad de plantas adecuadas. No obstante, es recomendable que la densidad de siembra sea mayor a pH más elevado y menor a pH más bajo, siempre tomando en consideración que la respuesta va a ser mayor en siembras de hileras dobles (Espinoza y Gil, 1999).

Otro factor que está muy relacionado con el aspecto anterior es la profundidad del suelo. En un ensayo que se llevó a cabo en la finca Orupe del municipio Tinaco, Edo. Cojedes, en un suelo de pH 4,6 y con dos profundidades diferentes: 30 y 65 cm, se obtuvieron rendimientos de 833 y 1305 kg MS/ha/corte (Cuadro 1), respectivamente; con rendimiento superior a los 2.900 Kg MS/ha para el período lluvioso para una de las accesiones evaluadas y seleccionadas para suelos ácidos (Espinoza *et al.*, 2003).

Fertilización

La fertilización es uno de los aspectos más importantes en el manejo de la leucaena en suelos con problemas de fertilidad natural. En los suelos ácidos el crecimiento de cepas de *Rhizobium* es más difícil. Sin embargo,

dependiendo del grado de acidez algunas son más tolerantes. De allí, la importancia de inocular las semillas antes de la siembra, sobre todo en el caso de observar poca presencia de leguminosas en el pastizal. En el caso que no se tenga a disposición este material, es recomendable la aplicación de nitrógeno en una proporción menor a los 25 kg N/ha, dependiendo de los análisis de suelo (Espinoza y Gil, 1999).

En la Figura 1, se observa el incremento en la tasa de crecimiento de uno de los ecotipos de leucaena adaptables a suelos ácidos (pH de 4,6 y 1,4 meq/100 g de suelo de aluminio intercambiable). En el mismo se demuestra que con la aplicación de 500 Kg/ha de roca fosfórica se incrementa dicha tasa en más del 30% con respecto al testigo (0 Kg/ha de fósforo). Considerando que la roca fosfórica es de lenta degradabilidad, ésta es de una gran ventaja para la leucaena, durante toda su fase de establecimiento, que para suelos ácidos oscila alrededor de un año después de sembrada (Espinoza *et al.*, 1997).

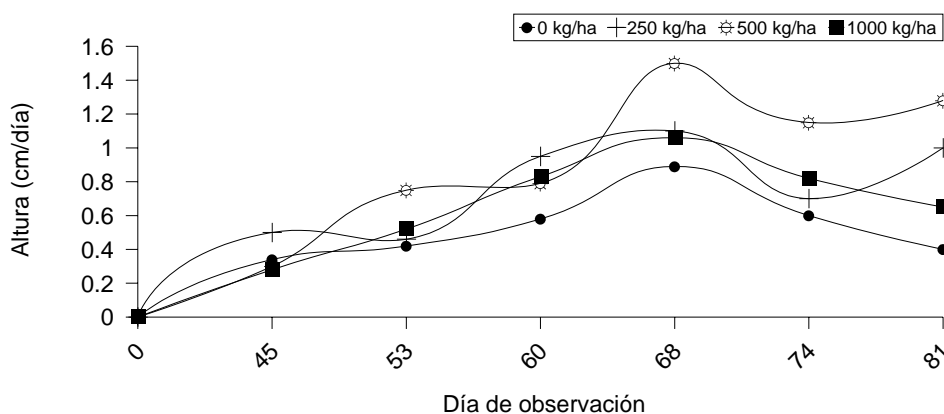


Figura 1. Efecto de la roca fosfórica sobre la tasa de crecimiento de leucaena CIAT 9438 en suelos ácidos.

Los estudios revelan que más que el pH del suelo en sí, el problema radica más es en el contenido tóxico de aluminio intercambiable. Por tal razón, en estos casos es recomendable la aplicación de sulfato de calcio a fin de disminuir la toxicidad de este elemento, debido a la acción de lavado que pueda ejercer el calcio sobre el aluminio, lo cual trae consigo otra ventaja,

como es la aplicación de calcio, macroelemento fundamental para el desarrollo de la leucaena,, que conjuntamente con el fósforo, son los más importantes para este tipo de suelos.

Usos comunes y alternativos

Leucaena tiene una amplia variedad de usos que la han catalogado como un árbol multipropósito. El primer y más ampliamente conocido uso se basa en la alta calidad nutricional de hojas de esta planta para consumo animal (Cuadro 2). El Cuadro muestra el valor nutritivo de accesiones evaluadas en el estado Cojedes, donde se observa el alto contenido de proteína cruda y accesiones que cubren con los requerimientos mínimos de calcio y fósforo en animales rumiantes. Un alto volumen de datos ha sido publicado en la mayoría de los países tropicales sobre la producción animal cuando se alimenta a base de leucaena, confirmando el alto valor de leucaena como especie forrajera (Espinoza y Gil, 1999).

El trabajo desarrollado por Páez *et al.* (2006) en el municipio Zaraza del estado Guárico, evaluando el efecto de la altura de corte sobre el contenido de proteína cruda (PC) y utilizando una baja densidad de planta (3333 plantas/ha), obtuvieron valores comprendidos entre 26 y 35% de PC (Cuadro 3), concluyendo que la leucaena puede ser utilizada como alternativa para disminuir los niveles de suministro de alimento concentrado en la zona de los llanos.

Esta planta también ha sido utilizada en el mundo entero para otras funciones, tales como cercas vivas, alimentación de otras especies de animales, como las aves y cerdos, sombreado, carbón vegetal, entre otros. Sin embargo, el papel más importante que cumple la leucaena es el suministro de nitrógeno al sistema (Espinoza y Argenti, 1999). Estudios al respecto indican que la leucaena puede fijar hasta 200 Kg N/ha y suministrar a la gramínea aproximadamente un 40% (Camacaro *et al.*, 2004). Ello indica que estamos en la presencia de una planta que suministra buena cantidad de nitrógeno, por lo que podemos disminuir la cantidad de fertilizante nitrogenado a aplicar en potreros cuando leucaena es asociada a gramíneas.

Cuadro 2. Análisis bromatológico (%) de ecotipos de leucaena evaluados en la finca La Carrillera, Tinaco, Estado Cojedes.

EPOCA	ECOTIPO CIAT	PC	CENIZAS	Ca	P
LLUVIOSA	7984	18,7	6,3	1,16	0,23
	9443	18,6	5,1	1,07	0,22
	17217	18,0	5,6	1,14	0,22
	17222	17,5	5,6	1,11	0,20
	17223	18,2	5,7	1,20	0,19
PROMEDIO GLOBAL		18,2	5,7	1,14	0,21
SECA	7984	13,9	4,7	1,25	0,20
	9443	19,3	4,5	0,74	0,22
	17217	21,3	5,2	1,03	0,25
	17222	19,8	5,1	0,71	0,25
	17492	20,8	6,3	2,12	0,19
PROMEDIO GLOBAL		19,0	5,2	1,17	0,22
Nivel crítico Rumiantes		7,0		0,30	0,25

Fuente: Espinoza *et al.* (1992)

Cuadro 3. Niveles (%) de Proteína Cruda en Leucaena, bajo 3 Tratamientos de Altura de Corte y 3 épocas de Cosechas

Tratamiento	Cosecha		
	6 Dic. 2005	6 Feb. 2006	6 Abr. 2006
120 Cmts.	25,75 c	30,54 c	27,66 a
90 Cmts.	28,26 b	35,33 a	27,59 a
60 Cmts.	31,11 a	31,24 b	27,21 a

Promedio de una misma columna seguido por letras iguales, no difieren en forma significativa ($P < 0,05$), según la prueba de Duncan.

Fuente: Páez *et al.* (2006)

Del trabajo de Camacaro *et al.* (2004), se desprende que es probable que en suelos de buena fertilidad natural con el uso de leucaena asociada a gramíneas no se requiera la aplicación de úrea, lo que equivaldría un ahorro monetario de 64.000 Bs/ha (asumiendo un costo aproximado de la urea a razón de 800 Bs/kg). No obstante, aún no se han realizado trabajos de fijación y transferencia de nitrógeno en suelos de baja fertilidad de los llanos centrales.

Trabajos realizados en Maracay, han demostrado que el problema de la leucaena, tanto en aves como en cerdos, no es la mimosina en sí, sino probablemente el contenido de taninos (León, 1995). En pruebas alimentando cerdos en fase de engorde con 20 y 40% de leucaena, se encontró que los animales suplementados con 20% presentaron ganancias de peso similares a los de la dieta convencional; mientras que los animales con 40% de leucaena en la ración, limitaron su consumo y no se presentó ninguna mortalidad en estos cerdos. Uno de los aspectos positivos en este último ensayo, además de los mencionados, fue que se logró disminuir la cantidad de fibra ofrecida a través de cedazos más finos, separándose los foliolulos de los raquis (en conjunto forman la hoja o folíolo de la planta). Así, se obtuvo que para este ensayo se suministró proteína foliar de alto contenido protéico (24% PC) con bajo contenido de fibra (menos del 5%). Los raquis que también presentan un alto contenido de proteína (18% PC), pueden ser utilizados como un subproducto para la elaboración de alimentos concentrados para rumiantes (Espinoza y Argenti, 1999).

En Asia, cuando realizan los cortes de uniformización y mantenimiento a las plantas para poder ser utilizadas por los animales, utilizan el resto de los tallos primarios, secundarios y terciarios para la obtención de carbón vegetal, generándose un ingreso extra por este concepto a la Unidad de producción. La madera de la leucaena es de mediana densidad (0,5 – 0,7), con albura amarilla pálida y el corazón es de color rojizo o café claro, además tiene la ventaja que es de fácil manejo para las máquinas. Es una madera que se seca sin agrietarse o rajarse (Hughes, 1998). Este autor menciona que la leucaena posee una amplia variedad de uso, tales como combustible doméstico e industrial, postes, madera aserrada, muebles, pisos de mosaico de madera, tableros de partículas y pulpa (Hughes, 1998).

Producción animal

El pastoreo es un aspecto muy importante a considerar en el manejo de la *Leucaena leucocephala* en suelos ácidos. Hasta los momentos, no se tiene información suficiente al respecto que permita inferir el efecto del animal sobre la planta y la respuesta de ésta en términos de producción de forraje, carne y leche. Con la finalidad de ir trabajando en la selección de ecotipos de leucaena adaptables a suelos ácidos, se llevó a cabo un ensayo de cafetería (selección de los materiales por parte de los animales, pastoreando a libremente el área experimental) en una finca comercial del estado Cojedes, para determinar la utilización de diferentes accesiones de leucaena, con el propósito de evaluar la preferencia por los animales. Se encontró una elevada utilización promedio cercana al 80% (Cuadro 4). El tratamiento que fue más seleccionado por los animales fue la accesión *L. leucocephala* CIAT 9438, seguido del CIAT 17467 y CIAT 7984 con valores de 85, 81 y 76% de utilización, respectivamente. El menos seleccionado fue la accesión CIAT 17492 con el 70% (Espinoza *et al.*, 2003).

Cuadro 4. Utilización (%) por bovinos de ecotipos de *Leucaena leucocephala* en suelos ácidos

Ecotipo	Período				Promedio
	Seco (S)	Tran. S-LI	Lluvias (LI)	Trans. LI - S	
CIAT 7984	62	93 a	79	70	76 ab
CIAT 9438	80	96 a	83	80	85 a
CIAT 9443	73	94 a	66	58	73 ab
CIAT 17467	77	92 ab	79	76	81 ab
CIAT 17492	80	85 b	71	45	70 b
Promedio	75 B	92 A	76 B	66 B	

a,b. Letras minúsculas distintas en una misma columna difieren entre sí (P<0,05, Tukey)

La proteína y energía sobrepasante son esenciales para garantizar eficientemente la tasa de síntesis de glucosa y retención de nitrógeno por el animal (incremento de la producción de leche, mayor eficiencia reproductiva

y mayores ganancias de peso). Adicionalmente se requiere de una relación adecuada de proteína/ energía para que el rumen optimice sus funciones de transformar un alimento barato en productos finales de digestión que garanticen las tasas de ganancia de peso, eficiencia reproductiva y producción de leche (Cuadro 5) (Chacón *et al.*, 2006b).

Cuadro 5. Relación proteína:energía de bovinos con diferentes suplementos.

Suplementación	Condición Ruminal	Relación Proteína/Energía (g/Mj)
Ninguna	Ineficiente	7
Urea/minerales (U/M)	Eficiente	20
U/M + proteína sobrepasante	Eficiente	47 – 60
Cálculos teóricos	Eficiente	30

Fuente: Preston y Leng (1989), citados por Chacón *et al.* (2006b)

En este sentido, la leucaena es una planta que contiene proteína sobrepasante, razón por la cual las respuestas animales son satisfactorias. Los valores de taninos concentrados (4,7%) obtenidos por Espinoza *et al.* (2003) en el estado Cojedes, indican que los materiales evaluados pueden incrementar la cantidad de aminoácidos disponibles en el tracto duodenal (Waghorn *et al.*, 1987), debido a la protección que ejercen estos taninos a la proteína cruda, razón por la cual escapan de las bacterias del rumen para ser utilizadas y sintetizadas en el tracto posterior del animal.

Trabajos desarrollados por Chacón *et al.* (2006a) con leucaena han obtenido incrementos en producción de leche por efecto del acceso al banco entre 5,3 a 17,3%, en relación al grupo que no tuvo acceso a la leucaena, tal como se muestran en los Cuadros 6 y 7.

Por otra parte, utilizando 18 becerros de aproximadamente 100 Kg PV, los cuales se subdividieron en dos (2) subgrupos de nueve (9) animales cada uno, asignados aleatoriamente a cada tratamiento (A: harina de leucaena ó B: harina de arroz). Los dos (2) grupos de animales pastoreaban potreros comunes existentes en la finca. El grupo con acceso al banco permanecía

Cuadro 6. Efecto del Banco de Leucaena sobre la Producción de Leche de Vacas de Doble Propósito (1). Hacienda La Grapa (2002).

Alimentación	Producción (l/ vaca/ día)
Pastoreo	5.2
Pastoreo + acceso nocturno al banco de leucaena	6.1
INCREMENTO (%)	17.3

(1) Pastoreo de Tanner, Pará y leguminosas nativas. Además de BMN al momento del ordeño.

Fuente: PDTRA – LLA (2003)

Cuadro 7. Efecto del Pastoreo Nocturno de Bancos de Leucaena sobre la Producción de Leche (1). Hacienda La Candelaria (2002).

Alimentación	Producción (l/vaca/día)
Pastoreo + sales minerales	6,65
Pastoreo + acceso nocturno al banco de leucaena + sales minerales	7,00
Incremento (%)	5,3

(1) Pastoreo de Tanner, Pará y leguminosas nativas.

Fuente: PDTRA – LLA (2003)

desde las 4:30 – 5:00 pm (después del ordeño de la tarde) hasta las 2:00 am del día siguiente, previo al ordeño. Los animales del otro grupo recibían 300 g de harina de arroz/ animal/ día a las 11:20 am, antes del ordeño de la tarde. No se suministró harina de arroz en el segundo período (59 – 133 días). Un grupo adicional de animales del ordeño, con peso promedio de 136 kg/ animal, se utilizó para ajustar el pastoreo en el segundo período del estudio (59 – 133 días).

Los datos indicaron que en los primeros 58 días del estudio, los animales con acceso al banco de leucaena superan en un 2,2% al grupo con harina de arroz. En el período 59 – 133 días, la ventaja del grupo con leucaena fue aún

mayor (18,3%) (Cuadro 8). El grupo “ajustador”, obtuvo un promedio de ganancia de 480 g/ animal/ día.

En todo momento la disponibilidad forrajera, tanto de los potreros comunes (2800 kg MS), como los del banco (> 300 kg MS disponible de hojas/ día), no fue limitante para la producción animal.

Cuadro 8. Efecto de dos modalidades alimenticias sobre la respuesta de becerros predestete (g/ anima/ día) (1).

Modalidad alimenticia	0 – 58 días	59 – 133 días	Media
A: Pastoreo + banco de leucaena (2)	557	413	485
B: Pastoreo + harina de arroz	545	349	447
Media	551	381	466

(1) Pastoreo diurno: potreros de Tanner + pastos nativos (Paja comino, Jajato, Cambute) + leguminosas (Kudzú + Bejuquillo + Frijolillo + Pega-pega). Pastoreo nocturno: banco de Leucaena (4000 plantas/ ha) + Tanner + pastos nativos + leguminosas.

(2) No recibió harina de arroz.

Fuente: PDTRA – PASTCA (2003).

Aporte de proteína

La necesidad de realizar estudios orientados a establecer relaciones entre el valor nutritivo y la producción de biomasa bajo diferentes patrones de siembra que permitan generar información a fin de diseñar estrategias de manejo en bancos de proteína de *Leucaena leucocephala*, en condiciones de pastoreo en suelos ácidos fue estudiado por Torres *et al.* (2005). Los autores antes mencionado, evaluaron los cambios que ocurren a través del año en el contenido de proteína cruda de los diferentes componentes de la biomasa de la leucaena, bajo diferentes patrones de siembra; y determinaron que el patrón de siembra óptimo para una mayor producción de proteína cruda es bajo la modalidad de hilera doble en ramas de diámetros menores a 6 mm con una producción de 757 kg PC/ha/corte. En suelos ácidos con presencia de aluminio y de textura pesada este rendimiento se encuentra cercano a los 300 Kg PC/ha/corte, lo que equivaldría a más de 1200 Kg PC/ha/año (cuatro

cortes al año) para una densidad de 16.000 plantas/ha (Espinoza *et al.*, 2003). Por su parte, Paéz *et al.* (2006), trabajando en la zona del Guárico, en el municipio Zaraza, encontraron rendimientos de proteína cruda para un segundo corte entre 320 y 595 kg PC/ha, con rangos para el primer y tercer corte de evaluación entre 8,7 y 1292 kg PC/ha en densidades de planta bajas, resultados puntuales de tres cortes y con fechas de descanso de 60 días.

El Cuadro 9 muestra el consumo de proteína cruda y de materia seca, tanto de leucaena, bajo ramoneo en bancos de proteína por dos horas diarias, como de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), observándose que sólo el 8% de la materia seca del pasto estrella es consumido en términos de proteína, mientras que con sólo dos horas diarias de leucaena, esta le aportó al animal el 22% de proteína. Por esta razón, la respuesta obtenida se tradujo en una producción láctea por animal similar al tratamiento testigo, el cual fue de alimento comercial balanceado, reemplazándose así el 70% del concentrado por banco de leucaena (Cuadro 10).

Cuadro 9. Consumo de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) del banco de leucaena y pasto estrella (g/vaca/día)

Época	Leucaena		Estrella	
	MS	PC	MS	PC
Lluvias	1220	274	7000	693
Sequía	1400	307	8000	496
Promedio	1310	291	7500	595

Fuente: Soler *et al.* (1999)

Cuadro 10. Producción de leche en vacas pastoreando bancos de *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* (Kg/vaca/día)

Época	Testigo	<i>Gliricidia</i>	<i>Leucaena</i>
Lluvias	8,94 ± 0,71	9,11 ± 0,67	9,06 ± 0,67
Sequía	10,52 ± 0,40	8,41 ± 0,78	8,94 ± 0,55
Promedio	9,73 ± 0,56	8,76 ± 0,74	9,00 ± 0,61

Fuente: Soler *et al.* (1999)

El Cuadro 11 se presenta una estimación para la producción de harina de leucaena en densidades de plantas cercanas a las 40.000 plantas/ha y cortes cada 35 a 42 días, según estudios realizados por Chacón (2006, comunicación personal) en el convenio del proyecto de intervención tecnológica. En el mismo se observa que a medida que transcurren los años, la producción de biomasa verde seca de leucaena se incrementa, lo que se traduce en un menor costo con el tiempo y pagándose la siembra en el primer año (Cuadro 12). Ello indica que se estarían produciendo entre 2000 y 4300 Kg PC/ha/año. Considerando el precio actual de alimento balanceado (800 Bs/Kg) y de las harinas vegetales y animales comerciales para el aporte proteico (H. de soya, H. de carne, H. de oleaginosas, entre otras), cuyo precio oscila entre 1200 y 1600 Bs/Kg, el costo del Kg de proteína de leucaena estaría cercano a los 650 Bs/Kg, disminuyendo su costo al segundo y tercer año en un 25 a 30%, aproximadamente.

Cuadro 11. Estimados de producción de harina de leucaena.

Año	Producción/planta (g)	Producción/corte (Kg/ha)	Producción anual (Kg/ha)
1	25 – 30	1000 – 1200	9000 – 10.800
2	35 – 40	1400 – 1600	12.600 – 14.400
3	45 - 50	1800 - 2000	16.200 – 18.000

Cuadro 12. Estimado de costos para establecimiento uso de leucaena

Tipo de Establecimiento	Plantas/ha	Bs/ha
Ramoneo con semillero	4000	866.400
Ramoneo a siembra directa	8000	1.000.400
Altas densidades (Harinas verdes)	40.000 – 50.000	1.300.000
	(%)	Bs/Kg
Premezcla de harinas (18% PC)	30	690
BMN* (33% PC)	20	640

*Bloque multinutricional

2. Bondades de *Mimosa tenuiflora* y *Acacia macracantha*

Algunas Mimosáceas de las zonas áridas y del bosque seco tropical del país, forman parte de la dieta de un grupo importante de animales (rumiantes); otras actúan como “malezas” y en muchos casos tales malezas guardan un potencial e interés aun no descubierto, que puede ser tanto alimenticio, forestal y ornamental siendo simplemente subutilizadas o marginadas, restándole importancia como recurso natural disponible y barato (Carrillo y Espinoza, 2005). Dentro de este grupo de plantas arbustivas con potencial silvopastoril y agrosilvopastoril se encuentran las especies conocidas vulgarmente como Cují Negro o Cabrero (*Mimosa tenuiflora*) en el sur del estado Aragua; mientras que en el estado Guárico se le da este mismo nombre a la especie *Acacia macracantha*. Ambas plantas son sumamente agresivas e invasoras, convirtiéndose para muchos productores de las zonas del centro norte de Guarico y Sur de Aragua en una Maleza muy molesta, requiriendo de altas inversiones económicas y laborales para su control (Espinoza *et al.*, 2004).

Adaptación

Ambas especies se encuentran en las comunidades vegetales del espinar llanero, bosque de galería, cornicaural-chacarrandal, bosque propiamente dicho que varía de denso a ralo y los herbazales, ubicados dentro de la zona de vida del bosque caducifolio (Baldizán, 2003). Son plantas indicadoras de zonas intervenidas, producto del manejo del hombre, por lo que vienen a denominarse bosques secundarios. Sin embargo, Valero *et al.* (2005), encontraron *Acacia macracantha* en un bosque no intervenido en la zona de Las Peñitas, al sur del estado Aragua, pero con una baja frecuencia relativa (5,8%) y una densidad de 160 plantas/ha; pero cuando el bosque es totalmente intervenido recientemente dichos valores se incrementan a 21% y 380 plantas/ha, respectivamente. Estos datos reflejan que son especies que aparecen y son dominantes en los bosques secundarios.

Los Cuadros 13 y 14 se aprecian el índice de valor de importancia de la *Mimosa tenuiflora* en las comunidades de espinar llanero y cornicaural-chacarrandal en la localidad de Barbacoa, estado Aragua.

Cuadro 13. Especies dominantes en la comunidad Espinar Llanero (ELL)

Especie	IVI (%)	Familia
<i>Caesaria hirsuta</i>	56,8	Flacourtiaceae
<i>Senna oxyphilla</i>	37,2	Leguminosa
<i>Aspidosperma ulei</i>	34,9	Apocynaceae
<i>Mimosa tenuiflora</i>	29,4	Leguminosa
<i>Pterocarpus podocarpus</i>	28,4	Leguminosa
<i>Caesalpinia coriaria</i>	27,5	Leguminosa
<i>Tabebuia billbergii</i>	25,5	Bignoniaceae
<i>Piptademia flava</i>	12,13	Leguminosa

Fuente: Baldizán et al. (2000), Baldizán (2001) y Baldizán (2003)

Cuadro 14. Especies dominantes en la comunidad Cornicaural y Cornicaural – Chacarrandal.

Especies:	FR (%)	dr (%)	DR (%)	IVI
<i>Godmania macrocarpa</i>	5,67	39	22,88	67,54
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,121	18	1,92	20,04
<i>Machaerium arboreum</i>	9,09	8	0,321	17,41
<i>Banisteriopsis cornifolia</i>	9,09	3	0,234	12,32
<i>Phryganocidia corymbosa</i>	6,06	6	0,188	12,25
<i>Aspidosperma ulei</i>	6,06	4	0,642	10,7
<i>Godmania macrocarpa</i>	9,3	26,57	61,38	97,25
<i>Machaerium arboreum</i>	9,3	25,46	24,06	58,82
<i>Arrabidaea corymbifera</i>	9,3	13,28	5,29	27,84
No identificada (9-001)	9,3	11,81	4,83	25,94
<i>Hecathostemun guazumaefolius</i>	6,98	6,64	2,12	15,74
<i>Banisteriopsis muricata</i>	9,3	2,95	0,094	12,34

Fuente: Baldizán et al. (2000) y Baldizán (2003)

Datos del estado Guárico mostrados en el Cuadro 15 indican que un tercio de la comunidad vegetal de un bosque decíduo es dominada por la especie *Acacia macracantha* con una elevada aceptabilidad animal y una densidad de 2150 plantas/ha, mientras que la *Mimosa tenuiflora* se observa en una menor proporción (11%) y sin ninguna aceptabilidad (Casado *et al.*, 2001). Esta última respuesta se debe probablemente a que *Mimosa tenuiflora* presenta una gran abundancia de taninos, saponinas, alcaloides, glucosa, xilosa, rhamnosa, arabinosa, lupeol, fitoesteroles, lípidos, cristales de oxalato de calcio y de almidón (Carrillo y Espinoza, 2005). Sin embargo, el mayor grado de compuestos secundarios lo representan los polifenoles (Baldizán y Chacón, 2001).

Cuadro 15. Abundancia relativa de algunas especies existentes en el bosque decíduo en Las Mercedes, estado Guárico.

Nombre común	Nombre científico	%	Aceptabilidad*
Cují negro	<i>Acacia macracantha</i>	30	2
Quiebra jacho	<i>Choroleucon mangense</i>	17	2
Dividivi	<i>Caesalpinia coriaria</i>	13	2
Cují negro	<i>Mimosa tenuiflora</i>	11	0
Cují blanco	<i>Prosopis juliflora</i>	2	2
Tiamo	<i>Acacia glomerosa</i>	1	1

*0:Ninguna; 1:Media; 2:Alta

Adaptado de Casado *et al.* (2001)

Oferta forrajera y Valor nutritivo

Son escasos los trabajos donde se evalúen tanto el valor nutritivo como la producción de materia seca de estas especies. Se han reportado para el caso de bosque seco tropical producción de biomasa aérea, en términos de materia seca (MS), en *Mimosa tenuiflora* de 272 g MS/planta/poda (Baldizán, 2003).

En cuanto a la producción de frutos en el sur del estado Aragua se han obtenido valores cercanos a los 1900 kg/ha cuando el bosque no es intervenido, pero una vez que el mismo es intervenido por el hombre dicha producción se incrementa considerablemente, obteniéndose niveles de

producción de frutos cercanos a los 4500 kg/ha (Valero *et al.*, 2005), como consecuencia de una mayor densidad poblacional. En el Guárico han sido reportados niveles de 12,8 kg frutos/planta y de 25.000 Kg frutos/ha (Casado *et al.*, 2001).

En relación al valor nutritivo el Cuadro 16 muestra la potencialidad de la *Mimosa tenuiflora* como posible recurso agrosilvopastoril, siempre y cuando se utilicen las técnicas y estrategias apropiadas, debido a su baja o escasa aceptabilidad. En *Acacia macracantha* reportes del valor nutritivo de los frutos enteros indican que la misma contiene 12,9% de proteína cruda, 1% de extracto etéreo, 0,18% de fósforo y 0,34% de calcio (Casado *et al.*, 2001). Es de observar que ambas especies en sus distintas partes de planta presentan valores bajos de calcio, fósforo y magnesio, lo que indica la necesidad de la suplementación mineral.

En este sentido, a fin de incorporar esta planta (*Mimosa tenuiflora*) al sistema de una finca comercial se desmalezó un potrero para utilizar el material en la elaboración de harina verde a base de cují negro e incorporarlo a la utilización de bloques multinutricionales en un nivel del 15%. Para ello, se secó el material cortado de plantas jóvenes con 1 m de altura en un galpón por espacio de una semana, luego se molió el material y se realizaron los bloques, obteniendo como resultado un bloque con 28,2% de proteína cruda, 0,91% de extracto etéreo y 0,02% de taninos condensados (Espinoza y Díaz, 2004).

Producción animal

En Venezuela no existe mucha información con respecto a la respuesta animal con la utilización de estas especies, ya que los pocos trabajos desarrollados han sido mediante la utilización de los bosques.

Con la finalidad de utilizar la *Mimosa tenuiflora* en bloques multinutricionales en una finca ubicada en Calabozo, estado Guárico, se encontró que el costo (durante el año 2004) para el corte, secado y molido del cují negro fue de 25 Bs/Kg de materia seca, obteniéndose así un bloque más económico (156 Bs/Kg) en comparación al que comúnmente se elaboraba en la finca, el cual es a base de semilla de algodón y/o maíz (250 Bs/Kg). Los datos de consumo de bloque de semilla de algodón para el período de inicio de lluvias

fue de 347 g/animal/día, mientras que para el bloque con cují, al momento de la adaptación fue de 102 g/animal/día, normalizándose luego a 330,6 g/animal/día, lo que evidencia la aceptación de este recurso local (Espinoza y Díaz, 2004).

Cuadro 16. Valor nutritivo de la planta arbustiva *Mimosa tenuiflora*.

Parámetro	Planta entera ¹	Follaje ¹	Follaje ²	Follaje y tallos tiernos ³
(%):				
Materia seca	39,27			
Cenizas	4,72		8,88	
Proteína cruda	19,01	16,77	14,18	15,24
Extracto etéreo	9,8	10,65		8,88
ELN	50,84			
FND	33,92		50,16	
FDA	23,62		28,18	
TC		9,16		7,84
Calcio	0,69	0,25	0,19	0,21
Fósforo	0,20	0,08	0,23	0,09
Magnesio		3,25	0,21	2,69
Potasio		0,31	1,61	0,43
Taninos condensados		9,16		7,84
(ppm):				
Hierro		1015	67	810,00
Cobre		37	0	45,00
Manganeso		132	123	114,00
Zinc		40	35	56,00
Energía (Kcal/g)	4720			

ELN: Extracto libre de nitrógeno; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida; TC: Taninos condensados

Adaptado de Carrillo y Espinoza (2005)¹, Baldizán *et al.* (2000b, 2000c)², Baldizán (2003)² y Espinoza y Díaz (2004)³

Recientemente, Espinoza *et al.* (2007, trabajo no publicado), utilizando la especie *Acacia macracantha* mezclada con una dieta líquida a base de melaza y ureafosfato en vacas doble propósito pastoreando soca de sorgo (*Sorghum bicolor*) obtuvieron una ganancia de peso cercana a 1 kg/animal/día y un incremento en la producción de leche alrededor del 13%, lo que representó un ingreso superior al 19% mas con respecto al testigo, el cual fue solo pastoreo en soca de sorgo y libre acceso a un bosque secundario.

Aporte de proteína

Tomando los valores de Casado *et al.* (2001), Baldizán (2003), Baldizán *et al.* (2000^a, 2000b) y Valero *et al.* (2005) es posible estimar la cantidad de proteína cruda que se obtendría en estos ecosistemas tanto en biomasa como en frutos. De acuerdo con los primeros autores el contenido de materia seca del fruto de *Acacia macracantha* es de 90,28% por lo que el contenido de proteína cruda observado en el Guárico, sector Las Mercedes del llano, se estima en 2.912 kg de proteína cruda/ha, mientras que en el sur de Aragua los valores reportados por Valero *et al.* (2005) indican que el contenido de proteína cruda que aportan los frutos oscila entre 221 y 524 kg PC/ha.

En el caso de *Mimosa tenuiflora* según el estudio de Baldizán (2003) la producción de materia seca de la biomasa aérea oscila entre 245 y 1632 kg MS/ha/año (considerando tres cortes al año) y bajo una densidad entre 300 y 2000 plantas/ha, de acuerdo a la comunidad vegetal. En este sentido, el aporte proteico varía entre 37 y 245 kg PC/ha/año.

Bibliografía

Baldizán, A., E. Chacón, L. Aguilar y S. Armas. 2000a. Especies leñosas nativas en tres formaciones vegetales del bosque seco tropical (caducifolio) en los altos llanos centrales de Venezuela. *In*: FAO (Ed). Taller internacional silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical", Cuba, pp. 10-14.

Baldizán, A., E. Chacón, L. Aguilar y S. Armas. 2000b. Evaluación bromatológica y determinación cualitativa de compuestos secundarios

en plantas nativas del bosque seco tropical (caducifolio) en los altos llanos centrales de Venezuela. *In*: FAO (Ed). Taller internacional silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical”, Cuba, pp. 15-19.

Baldizán, A., E. Chacón, L. Aguilar, S. Armas y M. Azpurua. 2000c. Relación suelo-planta en tres formaciones vegetales del bosque seco tropical (caducifolio) en los altos llanos centrales de Venezuela. *In*: FAO (Ed). Taller internacional silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical”, Cuba, pp. 90-97

Baldizán, A. y E. Chacón. 2001. Utilización de especies naturales del bosque seco tropical por pequeños rumiantes a libre pastoreo. *En*: III Congreso Nacional y I Congreso Internacional de ovinos y caprinos, Maracay, estado Aragua, 24-26 de octubre, pp. 59-81 (Memorias)

Baldizán, A. 2003. Producción de Biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los llanos centrales de Venezuela. Tesis de Doctorado. Doctorado en Ciencias Agrícolas. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 288 pp

Camacaro, S., J. Garrido y W. Machado. 2004. Fijación de nitrógeno por *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Albizia lebbek* y su transferencia a las gramíneas asociadas. *Zoot. trop.*, 22(1): 49-69

Carrillo, C y F. Espinoza. 2005. *Mimosa tenuiflora*. Recurso natural de nuestros bosques para la alimentación de rumiantes. *Carabobo Pecuario*, N° 163: 40-43.

Casado, C., M. Benezra, O. Colmenares y N. Martínez. 2001. Evaluación del bosque deciduo como recurso alimenticio para bovinos en los llanos centrales de Venezuela. *Zoot. Trop.*, 19(2):139-150.

Chacón, E., S. Camacaro, P. Soler, J. Díaz, A. Torres y F. Espinoza. 1995. Manejo de bancos de leguminosas con bovinos a pastoreo. *In*: Tejos, R.; Camargo, M. y Zambrano, C. (Eds.). I Seminario Manejo y Utilización

de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Universidad Ezequiel Zamora, Guanare. pp. 124 - 134.

Chacón, E., H. Marchena, J. Rodríguez y A. Alvarado. 2006a. El uso de leguminosas en sistemas de producción con bovinos doble propósito en Venezuela. *En*: Chacón, E. y Baldizán, A. (Eds). II Simposium en recursos y tecnologías alimentarias para la producción bovina a pastoreo en condiciones tropicales, San Cristóbal, estado Táchira, 21-23 Febrero, pp. 128-149 (Cd Rom).

Chacón, E., J. Orozco, L. Gil, J. Aguaje, G. Nieto, J. Bello y A. Cárdenas. 2006b. Tecnologías apropiadas para la suplementación de vacunos en condiciones de pastoreo. Estudio de casos. *En*: Chacón, E. y Baldizán, A. (Eds). II Simposium en recursos y tecnologías alimentarias para la producción bovina a pastoreo en condiciones tropicales, San Cristóbal, estado Táchira, 21-23 Febrero, pp. 150-178 (Cd Rom).

Espinoza, F., J. Gil y P. Argenti. 1992. Evaluación de ecotipos de *Leucaena leucocephala* en una altiplanicie del Estado Cojedes. VII Congreso Venezolano de Zootecnia, Maturín. p. NR 20.

Espinoza, F. 1996. Producción, valor nutritivo y consumo de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de wit por ovinos en Maracay. Tesis Post Grado Producción Animal, UCV, Maracay, 150 p.

Espinoza, F., Y. Diaz and P. Argenti. 1997. The effect of rockphosphate on *Leucaena leucocephala* growth in acid soils of Venezuela. *Leucnet News* (4):24-26

Espinoza, F., R. Tejos, E. Chacón, L. Arriojas y P. Argenti. 1998. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. II. Valor nutritivo. *Zoot. Trop.*, 16(2):163-182.

Espinoza, F. y P. Argenti. 1999. Usos comunes y alternativos de la especie forrajera *Leucaena leucocephala*. *Carabobo Pecuario*, N° 144:12-13

Espinoza, F. y J. GIL. 1999. Experiencias con *Leucaena leucocephala* en el Estado Cojedes. *In*: Chacón, E.; Baldizán, A. y Fossi, H. (Eds.). II

Cursillo sobre Recursos Alimentarios para la Producción de Leche y Carne en Bovinos a Pastoreo, UCV, Fac. Cs. Vet., Maracay, pp. 27 – 39.

Espinoza F., Y. Díaz., F. Requena, C. Araque, E. Perdomo y L. Leon. 2003. Selectividad, composición química y resistencia al insecto psílido en accesiones de *Leucaena leucocephala*. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 11 (3): 149-156.

Espinoza, F. e Y. Díaz. 2004. Agroforestería: Perspectivas en el trópico americano. Caso Venezuela. *En*: II Simposio Nutrición y Alimentación del Rumiante. Maracay, estado Aragua, 29 de julio, pp. 1-20 (Cd Rom)

Espinoza F., P. Argenti, C. Araque y A. Torres. 2004. importancia de la agroforestería. Carabobo Pecuario, N° 160 (50 aniversario): 18-23.

Espinoza, F., Y. Díaz, V. Hidalgo, L. Folache y J. Palma. 2007. Respuesta productiva de vacas de doble propósito pastoreando soca de sorgo (*Sorghum bicolor*) con dieta líquida. Trabajo para ser publicado en revista científica (No publicado).

Franzolin, R. y L. Velloso. 1987. Aspectos tóxicos da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo 11(1): 37-47.

Hughes, C. 1998. Leucaena: Manual de recursos genéticos. Oxford Forestry Institute, DFID, University of Oxford, Reino Unido (UK), 280 p.

León, A. 1995. Las leguminosas como fuentes de proteínas para la alimentación de no rumiantes. *In*: FONAIAP/CONICIT/PALMAVEN. 1996. Usos de leguminosas forrajeras como fuentes de proteína foliar para la alimentación animal. Compilación y revisión: E. Casanova. Maracay, Ven. FONAIAP, 220 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. *In*: Skermam, P., Cameron, D. y Riveros, F. (Eds). Colección FAO: Producción y protección vegetal, Roma. p. 603 - 612.

- Páez, E., L. Castillo, M. Blanco, J. Carrasquel e I. Díaz. 2006. Efecto de la altura de corte en la producción de biomasa comestible y aporte nutricional de la *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *En: I Simposio Silvopastoreo en Venezuela, San Juan de los Morros, estado Guárico, 25-27/05/06, s/p. (Cd Rom).*
- Proyecto de Transferencia de Lácteos Los Andes. 2003. Informe final. San Cristóbal, estado Táchira, s/p.
- Soler, P., E. Chacón y A. Contreras. 1999. Producción de leche con bovinos de doble propósito que pastorean bancos de *L. leucocephala* y mata ratón (*Gliricidia sepium*). *In: Chacón, E., A. Baldizán y H. Fossi (Eds.). II Cursillo sobre manejo de pastos y otros recursos alimentarios para la producción de leche y carne con bovinos a pastoreo, UCV, Fac. Cs. Vet., Maracay, pp. 68-76.*
- Torres, A., E. Chacón, L. Arriojas y R. Sayago. 1996. Efecto de patrones de siembra sobre la arquitectura, la producción y la utilización de biomasa de *Leucaena leucocephala* por bovinos en pastoreo. *En: Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". Resúmenes. Matanzas, Cuba, p. 65.*
- Torres, A., E. Chacón, S. Armas y F. Espinoza. 2005. Efecto de los patrones de siembra sobre la producción de proteína cruda en bancos de *Leucaena leucocephala* (Lam) de wit. *Zoot. trop., 23(1): 27-38.*
- Valero, J., M. Benezra, S. Camacaro, L. Chong y O. Guenni. 2005. Identificación botánica y producción de frutos en un bosque deciduo del asentamiento Las Peñitas, al sur del estado Aragua, Venezuela. *Zoot. Trop., 23(2):121-140.*
- Waghorn, G., M. Ulyatt, A. John and M. Fisher. 1987. The effect of condensed tannin on the site of digestion of amino acids and other nutrients in sheep fed on *Lotus corniculatus*. *Br. J. Nutr., 57:115-126.*