

Efecto de los patrones de siembra sobre la producción de proteína cruda en bancos de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit

Adolfo R. Torres^{1*}, Eduardo Chacón², Santiago Armas² y Freddy Espinoza³

RESUMEN

En la Estación Experimental "La Antonia" de la Universidad Central de Venezuela ubicada en Marín, estado Yaracuy, se realizó un estudio con el objeto de evaluar el efecto de los patrones de siembra sobre la producción de proteína cruda (PC) en los diferentes componentes de la biomasa disponible ($\varnothing < 6$ mm) y no disponible ($\varnothing > 6$ mm) en bancos de *Leucaena leucocephala*. El diseño experimental fue un arreglo factorial completamente al azar, considerando los factores modalidad de siembra: Hileras sencillas (HS) y dobles (HD) y distancia entre hileras de 1 y 2 m, para un total de cuatro tratamientos, obteniéndose densidades de 21.840, 10.000, 28.560 y 18.480 plantas/ha, respectivamente. La leguminosa fue establecida a una distancia de 0,5 m entre plantas. Se aplicó un corte de uniformidad a los 90 días después del trasplante y cada 60 días correspondiente a los diferentes periodos climáticos de transición, lluvia y sequía, efectuándose cuatro muestreos (octubre, diciembre, febrero y abril). Se detectaron diferencias ($P < 0,05$) en el contenido y producción de proteína entre la biomasa disponible (23,3% PC y 509 kg/ha) y no disponible (17,2% PC y 211 kg/ha)

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). CIAE-Trujillo. Est. Exp. Pampanito. Estado Trujillo. Venezuela. *Correo electrónico: atpampan@cantv.net.

² Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, estado Aragua.

³ INIA. Ceniap. Maracay, estado Aragua.

y entre las modalidades de siembra con medias de 531 kg PC/ha para las HD sobre 191 kg PC/ha de las HS. Se concluyó que los diferentes periodos de evaluación y los patrones de siembra en bancos de *Leucaena* no tuvieron influencia directa sobre el contenido de PC (%), pero si sobre la producción de PC/ha.

Palabras clave: Leguminosas, modalidad de siembra, épocas del año, contenido de proteína, biomasa.

Effect of sowing patterns on protein production of *Leucaena leucocephala* banks

SUMMARY

In the Experimental Station "La Antonia" of the Central University of Venezuela located at Marín, Yaracuy state, it was carried out a study with the objective to evaluate the effect of sowing patterns on the production of crude protein (CP) in available ($\varnothing < 6$ mm) and no available ($\varnothing > 6$ mm) biomass in banks of *Leucaena leucocephala*. The experimental design was a complete randomized factorial, considering the factors sowing modality (single row, SR and double row, DR), and distance between rows (1 and 2 m). Plant densities were 21840, 10000, 28560, and 18480 plants/ha, respectively. The legume was established at 0.5 m between plants. It was applied a uniformity cut 90 days after the transplant, and harvested every 60 days corresponding to the different climatic seasons from transition, rain, and drought, taking four samplings (October, December, February, and April). Differences ($P < 0.05$) in the protein content were detected and protein production between the biomass available (23.3% PC and 509 kg/ha) and no available (17.2% PC and 211 kg/ha), and also between the modalities of sowing with averages of 531 kg PC/ha for DR, and 191 kg PC/ha for SR. It was concluded that the different harvests through the year and the patterns of sowing did not have a direct influence on the CP content, but the sowing modality had an effect on the production of CP/ha in the banks of *Leucaena*.

Key words: Legume, modality of sowing, time of the year, protein content, biomass.

INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas se han realizado importantes estudios con leguminosas adaptadas a diferentes condiciones del trópico latinoamericano (Ruiz *et al.*, 1999) que aporten nitrógeno al sistema, proporcionen alimento rico en biomasa (Torres *et al.*, 2000) y proteína (Espinoza, 1996; Rodríguez *et al.*, 2004) con la finalidad de conseguir aumentos en la producción animal (Jones, 1979; Soler y Chacón, 1994; Isidor, 1996; Lascano, 1996) que se traduzcan en mayores beneficios socioeconómicos para la población (Faria y Morillo, 1997).

Dentro de estas leguminosas forrajeras tropicales se encuentra la *Leucaena leucocephala*, que es probablemente la de mayor potencial forrajero (Argenti y Espinoza, 1993) comparable sólo con la alfalfa e inclusive con algunos concentrados (Rodríguez, 2002).

Con esta especie se han hecho gran cantidad de trabajos con bovinos a pastoreo (Razz *et al.*, 1992; Soler y Chacón, 1994; González, 1999; Torres *et al.*, 2000, Torres y Chacón, 2004), estudios de los cambios en el contenido de proteína (% y kg PC/ha) en diferentes épocas del año (Soler y Chacón, 1994; González, 1999), entre los componentes estructurales de la planta (Chacón *et al.*, 1994; Espinoza, 1996; Rodríguez *et al.*, 2004; Ruiz *et al.*, 1999); pero no se encuentran reportes de trabajos realizados sobre el estudio de la influencia de los patrones de siembra en el contenido de proteína de esta leguminosa.

De lo anterior se desprende la necesidad de realizar estudios orientados a establecer relaciones entre el valor nutritivo, la producción de biomasa bajo diferentes patrones de siembra que permitan generar información para diseñar estrategias de manejo de bancos de la *Leucaena leucocephala*, en condiciones de pastoreo.

En tal sentido, se plantearon en este trabajo los siguientes objetivos: 1) Estudiar 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 2) Determinar el patrón de siembra que optimice la mayor producción de proteína cruda de la *Leucaena*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y Características Agro Ecológicas

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental "La Antonia", perteneciente a la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UCV, ubicada en las proximidades de Marín, Municipio San Javier del estado Yaracuy (10° 22' 28" N y 68°40' 45" O), a una altura de 122 msnm.

La zona de vida del área corresponde a la transición entre bosque seco tropical y bosque húmedo tropical (Ewell y Madriz, 1968). La precipitación promedio es de 1.550 mm, con un período de sequía de 100 a 110 días, entre los meses de enero y marzo, con una temperatura y humedad relativa media de 27°C y 85%, respectivamente.

Los suelos son de textura franco arenosa, con una fertilidad media en contenidos de fósforo de 35 ppm; potasio 88 ppm; calcio 295 ppm; materia orgánica 1,65%, pH ligeramente ácido (5,4) y una conductividad eléctrica baja (0,03 mm/cm).

Tratamientos y Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue un arreglo factorial en bloques al azar con dos repeticiones, para lo cual se consideraron los siguientes factores: dos modalidades de siembra (hilera sencilla e hilera doble), dos distancias entre hileras (1 y 2 m) en dos repeticiones, para un total de ocho parcelas, generando los siguientes tratamientos: T1 = hilera sencilla un metro (hs 1 m); T2 = hilera sencilla dos metros (hs 2 m); T3 = hilera doble un metro (hd 1 m); T4 = hilera doble dos metros (hd 2 m), para 4 densidades de siembra (10.000, 18.480, 21.840 y 28.560 plantas/ha, respectivamente).

Dimensiones del Ensayo

El tamaño de cada parcela fue de 250 m² (25x10 m), con un área efectiva de 2.000 m² y un área total de 3.335 m², en la cual se plantaron 546, 252, 714 y 462 plantas para los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Manejo del Área Experimental

La siembra de la *Leucaena* se realizó en vivero (bolsas de polietileno) por semilla sexual, previamente escarificada con agua caliente (Gray, 1982). Cuando adquirieron la altura de 40-50 cm (2 meses), se transplantaron al área de ensayo (previamente preparada), a una distancia de 0,5 m entre plantas y de acuerdo a los tratamientos señalados.

Previo al trasplante, se realizó el control de malezas pre-emergente (Herbicida del grupo de las Cloroacetanilidas, 3 L/ha). Durante el período de establecimiento se controlaron con dos aplicaciones mensuales en forma química (Herbicida del grupo de las Benzotiazonas, 1,5 L/ha) y mecánica (manual). Al momento del trasplante las plantas se fertilizaron con 50 gr de fosfato-diamónico por hoyo, garantizando las necesidades nutricionales durante la etapa de establecimiento.

Mediciones en la Vegetación

Se realizó una caracterización del cultivo, para determinar la contribución del número de plantas en cada parcela, con el objeto de seleccionar el 10% de estas por cada tratamiento como punto de muestreo

El cultivo fue sometido a un corte de uniformidad 90 días después del trasplante, entre los días 15 y 21 de agosto, realizándose posteriormente cuatro períodos de evaluación cada 60 días aproximadamente, antes del pastoreo, para las diferentes épocas del año: octubre (lluvias); diciembre (transición lluvias – sequía), febrero (sequía) y abril (transición sequía – lluvias).

Se separó la biomasa en las fracciones de hoja y tallo, tomando en cuenta para todos los casos el material disponible en ramas finas ($\varnothing < 6$ mm) y no disponible (ramas gruesas, $\varnothing > 6$ mm). Se procedió luego a la molienda de las muestras a través del molino con malla de 1 mm. Las muestras se sometieron al análisis de proteína cruda (PC) por el método Kjeldahl (AOAC, 1980). Para el cálculo de la cantidad de proteína cruda (kg PC/ha) se consideró el rendimiento de la materia seca previamente reportado por Torres *et al.* (2000).

Estadística

Los datos obtenidos para las diferentes variables, se sometieron a la prueba de normalidad de Wilk-Shapiro. De igual manera, se les determinó la homocedasticidad (homogeneidad de varianza).

Una vez comprobados los supuestos del análisis de varianza para las variables estudiadas, se procedió a realizar el análisis de varianza y la prueba de Duncan (Little y Hill, 1978; Steel y Torrie, 1985) para establecer comparaciones entre los niveles de los factores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados no mostraron interacciones significativas entre los factores modalidad y distancia de siembra para la variable contenido de PC. No se observaron diferencias ($P > 0,05$) sobre el contenido de PC de la biomasa entre hileras dobles y sencillas, pero si ($P < 0,05$) entre la biomasa disponible y no disponible (Cuadro 1). Así mismo, tampoco se observaron diferencias ($P > 0,05$) en el contenido de PC por efecto de la distancia de siembra, pero si entre ramas finas y gruesas ($P < 0,05$). Los mayores contenidos de PC se encontraron en la fracción comestible, obteniéndose un promedio global de 22,5% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de los factores modalidad de hilera y distancia de siembra sobre el contenido de proteína cruda (%) en biomasa disponible (Diámetro < 6 mm) y no disponible (Diámetro > 6 mm) en bancos de *Leucaena*

Diámetro	Modalidad de Hilera			Distancia (m)		
	Sencilla	Doble	Media	1	2	Media
< 6 mm	23,0	24,0	23,5a†	23,9	23,1	23,6a
> 6 mm	16,8	17,9	17,4b	17,3	16,9	17,1b

† Medias con letras distintas en la misma columna son diferentes ($P < 0,05$)

Los valores de proteína cruda (%) reportados en este trabajo son en base a análisis realizados a la biomasa potencialmente utilizable por el

animal (ramas finas) y a la no utilizable (ramas gruesas). Los valores encontrados en los diferentes patrones de siembra, para cuatro épocas del año (Cuadro 2) están dentro de los rangos señalados por Méndez *et al.* (1990), Razz *et al.* (1992) y Escobar (1993), entre 15 y 28%, no existiendo efecto de época y de tratamientos, pero sí, entre ramas disponibles y no disponibles.

Cuadro 2 Contenido de proteína cruda (%) en ramas disponibles ($\varnothing < 6\text{mm}$) y no disponibles ($\varnothing > 6\text{mm}$) de la pastura en bancos de Leucaena en diferentes patrones de siembra en cuatro épocas del año (n=20)

Modalidad	Distancia m	Diámetro mm	Época			
			Lluvias	Salida lluvias	Sequía	Entrada lluvias
Hilera Sencilla	1	$\varnothing < 6$	25,5	21,6	22,9	23,4
		$\varnothing > 6$	14,6	12,9	14,8	16,8
	2	$\varnothing < 6$	24,5	25,1	22,8	21,9
		$\varnothing > 6$	16,4	13,3	18,2	16,3
Hilera Doble	1	$\varnothing < 6$	27,1	26,5	24,5	28,9
		$\varnothing > 6$	18,1	16,5	17,8	20,8
	2	$\varnothing < 6$	22,0	24,1	20,5	25,8
		$\varnothing > 6$	16,6	19,6	13,4	21,4

La variación del contenido de proteína (%) entre biomasa disponible y no disponible era de esperarse, ya que según Larcher (1977) son porciones de diferente ubicación y función fisiológica en la arquitectura de la planta. También es coincidente con Razz *et al.* (1992), quienes reportan que en las ramas finas va a existir una menor cantidad de fibra, mayor cantidad de nitrógeno y de hemicelulosa entre otros, ocurriendo lo contrario en las ramas gruesas. Igualmente, Espinoza (1996) obtuvo valores más elevados de proteína en los estratos superiores de la planta por efecto de la relación hoja/tallo.

En el caso de la época y tratamiento, se debe a que el desarrollo de la pastura se realizó sin ningún tipo de estímulo por fertilizante o cortes programados periódicamente. De la misma manera, se presentó un estado fisiológico homogéneo por efecto del mismo cultivo, iguales características

agroecológicas, la misma edad y la misma porción de la planta analizada para cada caso. La variación de estos factores, según León (1986), afecta el contenido de proteína cruda en la planta y por ende en la pastura.

El mayor rendimiento de proteína cruda (kg PC/ha) se obtuvo en las ramas de diámetros menores a 6 mm bajo el efecto de la modalidad de siembra hilera doble, con una producción de 757 y 735 kg PC/ha, respectivamente (Cuadro 3). También se encontraron diferencias ($P < 0,05$) entre la modalidad de hilera simple y la producción de biomasa en las ramas con diámetros mayores a 6 mm.

Cuadro 3. Efecto de los patrones de siembra (modalidad y distancia) sobre la producción y distribución de la proteína cruda (kg PC/ha) en biomasa disponible ($\varnothing < 6$ mm) y no disponible ($\varnothing > 6$ mm) en bancos de Leucaena.

Diámetro, mm	Hilera				Media
	Sencilla		Doble		
	Distancia, m				
	1	2	1	2	
$\varnothing < 6$	324 Aa†	219 Ab	757 Aa	735 Aa	509 A
$\varnothing > 6$	107 Ba	110 Ba	306 Ba	322 Ba	211 B
Media	216 b	165 c	532 a	529 a	

† Medias con letras mayúsculas distintas en la misma son diferentes ($P < 0,05$). Medias con letras minúsculas distintas en la misma fila son diferentes ($P < 0,05$).

CONCLUSIONES

Los patrones de siembra y las épocas (períodos de evaluación) no tuvieron efectos en los cambios en el contenido de proteína cruda (%), en la planta de Leucaena, pero sí en la distribución de la biomasa (ramas finas > que las ramas gruesas), aspecto importante al tomar en cuenta que la distribución estructural de la pastura, permitirá mejor uso por los animales pastoreo de la biomasa presenten los bancos de Leucaena.

La modalidad hilera doble tiene mayor efecto sobre la producción de proteína cruda (kg/ha) en los bancos de *Leucaena*, lo cual garantiza una mayor disponibilidad en la cantidades de proteína para los animales al pastorear los bancos de *Leucaena*.

BIBLIOGRAFIA

- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 1980. Official Methods of Analysis. 13^{ra} Ed. AOAC. Washington, USA.
- Argenti, P. y F. Espinoza. 1993. *Leucaena leucocephala*. Fonaiap. Serie B. Maracay. 20 p.
- Chacón E., G. Virguez, S. Camacaro, P. Soler, A. Torres, y L. Arriojas. 1994. Caracterización de la arquitectura de leguminosas forrajeras arbustivas. Memorias VIII Congreso Venezolano de Zootecnia. Universidad Rómulo Gallegos. San Juan de los Morros, Venezuela. p. F001
- Escobar, B. 1993. Valor alimenticio del follaje de árboles forrajeros. III Curso "Producción e Investigación en Pastos Tropicales". I Simposio sobre Leguminosas Forrajeras Arbóreas". Sociedad Venezolana de Pastizales Capítulo Zuliano, LUZ. Maracaibo.
- Espinoza, F. 1996. Producción, valor nutritivo y consumo de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit por ovinos. Tesis de M Sc. Univ. Central Venezuela, Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias, Maracay. 138 p.
- Ewel, J. y A. Madriz. 1968. Zonas de vida de Venezuela Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección de Investigación. Ed. Sucre. Caracas, Venezuela. 246 pp.

- Farias J. y D. Morillo. 1997. *Leucaena*. Cultivo y utilización en la ganadería tropical. Convenio de Cooperación Técnica. Corpozulia. Fonaiap. LUZ. Vol 1. p. 149.
- Gray, S. 1982. Dinámica de la descarga de la pastura y su arquitectura. *En* Lascano, C. (Ed) Germoplasma Forrajero bajo Pastoreo en Pequeñas Parcelas. Metodología de Evaluación. CIAT, Colombia. pp. 82-106.
- González, E. 1999. Patrones de producción de biomasa y proteína cruda de las especies *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. y *Gliricidia cepium* (Jaq) Walp. pastoreada por bovinos de leche. Tesis de M.Sc. Univ. Centroc. Lisandro Alvarado. Fac. Cienc. Vet., Barquisimeto, Venezuela. 135 pp.
- Isidor, M. 1996. Observaciones y experiencias en el comportamiento productivo de ganado de leche y/o carne consumiendo leguminosas. *En* Clavero, T. (Ed). Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical. Centro de Transformación de Tecnología en Plantas y Forrajes de la Universidad del Zulia. Maracaibo. pp. 67-78.
- Jones, R. 1979. El valor de la *Leucaena leucocephala* como pienso para los rumiantes en el trópico. *Rev. Mundial Zootecnia*, 31:13-23.
- Lascano, C. 1996. Oportunidades y Retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje suplementario en sistemas de doble propósito *En* Clavero, T. (Ed). Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes de la Universidad del Zulia. Maracaibo. pp. 29-40.
- Larcher, W. 1977. *Ecofisiología Vegetal*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 305 p.
- León, I., R. Pedraza, y E. Funes. 1986. Estudio preliminar de la hoja de dos cultivares de *Leucaena leucocephala* a dos edades de corte. *Prod. Anim.*, 2 (2): 117-124.

- Little, D. y J. Hills. 1978. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. 2^{da} Ed. Trillas, México. 350 p.
- Méndez, A., E. Martínez, A. Orengo y L. Tergas. 1990. Producción y valor nutritivo de 20 ecotipos de *Leucaena leucocephala*. Anais 12^{da} Reuniao de ALPA. Copinar, SP. Brasil. p. 113 (Abstract).
- Razz, R., R. González, J. Faria, D. Esparza y N. Faria. 1992. Efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación sobre el valor nutritivo de la *Leucaena leucocephala*. Revista Fac. Agron. LUZ, 9:104-144.
- Rodríguez, I. 2002. *Leucaena leucocephala*. Usos y bondades. Editorial Valero. Valera, Trujillo. Vol 1. p. 57.
- Rodríguez, R., M. Mota, M. Fondevila y B. Chongo. 2004. Evaluación *in vitro* de cuatro leguminosas arbustivas tropicales. Memorias XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. INIA. UCV. Maracay.
- Ruiz T., G. Febles, E. Castillo, H. Jordan, J. Galindo, B. Chongo, D. de la C. Delgado, R. Mejias y G. Crespo. 1999. Tecnología de producción animal mediante *Leucaena leucocephala* asociada con pastos en el 100% del área de la Unidad Ganadera. Memorias Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible Cali, Colombia. Disponible on line: www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/RuizTE
- Soler, P. y E Chacón. 1994. Efectos de los bancos de proteínas sobre la producción de leche de vacas pastoreando estrella (*Cynodon plectostachyun*). Memorias VIII Congreso Venezolano de Zootecnia. Universidad Rómulo Gallegos. San Juan de Los Morros, Venezuela. p. RO35.
- Steel, L. y J. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw Hill. New York.
- Torres, A., E. Chacón, L. Arriojas y S. Armas. 2000. Efecto de la época y los patrones de siembra sobre la producción y arquitectura de la

- biomasa en bancos de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Zootecnia Trop.*, 18(2): 145-161.
- Torres, A. y E. Chacón. 2004. Efecto de la época y los patrones de siembra sobre la relación planta-animal en bancos de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. con bovinos a pastoreo. Memorias XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. INIA. UCV. Maracay.
- Torres, A., R. Romero y A. Zerpa. 2004. Cambios fenológicos en *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Stud. y su efecto en la ganancia de peso de bovinos. Zona baja del estado Trujillo. Memorias XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. INIA. UCV. Maracay.