

**Efecto de diferentes láminas de riego  
sobre el Perfil Mineral de la Leucaena  
(*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.)**

Effect of levels different of irrigation on  
the mineral composition of Leucaena  
(*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.)

L. García-Aguilar<sup>1</sup>, X. Rincón-Carruyo<sup>2</sup>, G. Pirela<sup>1</sup>, T. Clavero<sup>1</sup> y O. Ferrer<sup>3</sup>

**Resumen**

En la Hacienda La Esperanza, propiedad de la Facultad de Agronomía (LUZ), localizada en zona de bosque seco tropical (1040,4 mm; 29,5 °C y suelo Typic Haplustult de textura franco arenosa, con pH de 5,6), se llevó a cabo una investigación con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes láminas de agua sobre la composición mineral (Nitrógeno (N), Calcio (Ca), Fósforo (P), Potasio (K), Sodio (Na), Magnesio (Mg), Zinc (Zn) y Cobre (Cu)) de la Leucaena. Para lo cual, se aplicaron semanalmente, durante 14 meses seis tratamientos (T1= 0; T2= 2,5; T3= 5; T4= 7,5; T5=10 y T6= 10 L/planta/semana; el T6 sólo se aplicó durante la mitad del periodo seco). El diseño estadístico fue un bloque al azar con cuatro repeticiones. Los resultados evidenciaron efectos significativos de tratamiento; donde las plantas tratadas con T1 mostraron los mejores promedios para el N (23,48%) y con el T6 se obtuvieron los mayores promedios de K y Zn (1,81 % y 0,30 ppm, respectivamente); con respecto al Mg los valores mayores se lograron con T1 y T2 (0,47 y 0,50 %, respectivamente). Los contenidos de Ca, P, Na y Cu no fueron afectados por los tratamientos ( $P > 0,05$ ).

**Palabras claves:** *Leucaena leucocephala*, láminas de riego, minerales.

**Abstract**

To study the influence of six treatments on the mineral composition (N, Ca, P, K, Na, Mg, Zn and Cu) of *Leucaena leucocephala*, a field experiment was conducted in La Esperanza ranch, Agronomy Faculty (The University of Zulia, Maracaibo-Venezuela) located in a tropical dry forest environment (1040.4 ± 180 mm, 29.5 °C and Typic Haplustult soil of exempt-sandy texture, with pH

Recibido el 09-12-1996 ● Aceptado el 02-10-1997

1. Postgrado de Producción Animal. La Universidad del Zulia.

2. Facultad de Ciencias Veterinarias. La Universidad del Zulia.

3. Departamento de Química. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia.

5.6). The experimental design was a randomized complete block with four replications. Irrigation treatments were derived from theoretical water balance formula and were imposed on a weekly basis. Six treatments were applied over 14 months: T1 = 0, T2 = 2.5, T3 = 5, T4 = 7.5, T5 = 10 y T6 = 10 (T6 was applied over the half of dry season)(L/Plant/week). Significant treatment effects ( $P < 0.05$ ) were observed for N (Highest concentration, 3.74% from T1), K (Highest concentration, 1.81% from T6) and Zn (highest concentration, 0.30 ppm from T6). Concentration of all other minerals measured were not affected ( $P > 0.05$ ) by irrigation treatments.

**Key words:** *Leucaena leucocephala*, levels water, mineral

## Introducción

La producción de forrajes depende de un conjunto de factores interactuantes, como por ejemplo las variaciones de: precipitación, temperatura, radiación solar, cantidad de agua acumulada en el área de la raíz; entre otros (12). El conocimiento del comportamiento de las leguminosas forrajeras arbustivas ante condiciones adversas, reviste gran importancia, dado que esto permite determinar y seleccionar aquellas plantas que exhiban mayor cantidad de bondades, aún frente a estas circunstancias. De hecho, uno de los factores importantes de estudio, consiste en la obtención de especies adaptadas a la época seca, las cuales serían una buena alternativa para la suplencia de forrajes a los rebaños, tanto por calidad como por cantidad, en zonas con períodos secos marcados.

Entre las plantas que se destacan por su resistencia a las condiciones de

sequía, se ubican algunas leguminosas forrajeras y dentro de éstas la *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), la cual ha sido señalada como promisoría tanto para el trópico como para el subtrópico (3).

La importancia de la *Leucaena* esta basada en la elevada potencialidad para su empleo como complemento en la nutrición de rumiantes y en su excelente adaptación y resistencia a la sequía (3, 11).

Debido a lo anteriormente expuesto y al interés de introducir esta especie en nuestra ganadería, es necesario profundizar los estudios referidos a los requerimientos agronómicos, así como de su valor nutritivo.

Esta investigación tiene como objetivo estudiar el efecto de diferentes láminas de riego sobre el perfil o contenido mineral de la *Leucaena*.

## Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el módulo "La Esperancita" de la Hacienda "La esperanza", propiedad de

la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia; ubicada en el km 107 de la carretera Maracaibo-

Machiques, del Municipio Rosario de Perijá del Estado Zulia, Venezuela.

La zona esta caracterizada como Bosque Seco Tropical (6), con precipitación promedio anual de 1040,4 ± 180 mm, que describe una distribución bimodal a través del año. La temperatura media es de 29,5 °C, con una mínima y máxima de 23,7 y 34,5 °C, respectivamente. El cuadro 1 muestra los datos de precipitación (en totales decádicos) de la lluvia acaecida durante el experimento, para la época seca, 1 y la de lluvias, 2.

Los suelos proceden de la formación "La Villa". Los análisis edafotécnicos de laboratorio en la zona experimental revelaron una textura franco arenosa, con un pH de 5,6; 5 ppm de P; 0,49 meq/100 g de K; 2,60 meq/100 g de Ca; 2,0 meq/100 g de Mg y 0,64% de carbono orgánico.

El levantamiento agrológico de la

zona (16) muestra que el paisaje es una Altiplanicie de Mesa Alta con vertiente. La unidad taxonómica es un Typic Haplustult, familia francosa gruesa, de textura areno-francosa a franco-arcillo-arenosa.

**Material experimental.** El material empleado consistió en plantas de *Leucaena* del ecotipo CIAT 17223. Las semillas se escarificaron con agua caliente (60°C) durante 10 min, inoculándose con *Rhizobium* específico producido por la empresa Alfonso Rivas. Inicialmente las plantas fueron establecidas, a partir de semillas, en bolsas de polietileno de 3 kg de capacidad, sobre una mezcla de 3:1 de suelo y materia orgánica.

Cuando las plantas alcanzaron una altura de 20 cm, se procedió al trasplante al campo el 23-12-93, a una distancia de siembra de 1,0 m entre plantas y 0,5 m entre hileras, que

**Cuadro 1. Precipitación en la Hacienda La Esperanza en la época seca, 1 y en la lluviosa, 2.**

Epoca seca		Epoca lluviosa	
Decádicos	mm	Decádicos	mm
Enero 1	0	Abril 2	23
Enero 2	0	Abril 3	210,9
Enero 3	0	Mayo 1	6,3
Febrero 1	0	Mayo 2	39,4
Febrero 2	0	Mayo 3	14,2
Febrero 3	69,7	Junio 1	15,2
Marzo 1	0	Junio 2	0
Marzo 2	0	Junio 3	0
Marzo 3	18,2		-
Abril 1	0		
Promedio	87,9	Promedio	309,1

corresponde a una densidad de 20.000 plantas/ha.

La superficie empleada fue de 540 m<sup>2</sup>, dividida en cuatro bloques de 91 m<sup>2</sup> cada uno, los cuales a su vez se subdividían en 6 parcelas de 6 m<sup>2</sup> (3m x 2m) y en las cuales habían 9 plantas por parcelas. Luego de establecidas, las plantas recibieron riego diario hasta el 29-01-94, fecha en que comenzó la aplicación de los tratamientos, sobre platones alrededor de la planta empleando el método de Relwani y col. (19) de riego manual para suelos marginales de la India a través de envases aforados, aplicando lentamente para evitar pérdidas por escorrentía y favorecer la percolación.

El control de la malezas se realizó en forma manual, a lo largo de todo el ensayo. Los tratamientos aplicados consistieron en el fraccionamiento (0, 25, 50, 75 y 100 %) de la lámina total de agua requerida por la *Leucaena*, bajo las condiciones de suelo y clima de la Hda. La Esperanza.

Para determinar dicha lámina, se emplearon las siguientes fórmulas (14):

$$E_{to} = K_p \times E_v$$

$$E_{tc} = K_c \times E_{to}$$

$$d_u = A_S \times E_{tc}$$

$$A_S = S_P \times S_H$$

$$d_n = d_u \times F_R$$

Donde:

$E_{to}$  = Evapotranspiración potencial del cultivo

$K_p$  = Coeficiente de tina (0,8)

$E_v$  = Evaporación (6,3 mm/día)

$E_{tc}$  = Evapotranspiración del cultivo

$K_c$  = Coeficiente del cultivo

$d_u$  = Lámina útil

$A_S$  = Área de sombreado

$S_P$  = Separación entre plantas

$S_H$  = Separación entre hileras

$F_R$  = Frecuencia de riego

$d_n$  = Lámina neta

De las ecuaciones anteriores se calculó la lámina neta que fué de 10,0 L/planta/semana, de lo que se derivaron los tratamientos aplicados:

$$T_1 = 10 L \times 0 \% = 0,0 L/planta/semana$$

$$T_2 = 10 L \times 25 \% = 2,5 L/planta/semana$$

$$T_3 = 10 L \times 50 \% = 5,0 L/planta/semana$$

$$T_4 = 10 L \times 75 \% = 7,5 L/planta/semana$$

$$T_5 = 10 L \times 100 \% = 10 L/planta/semana$$

$$T_6 = 10 L \times 100 \% = 10 L/planta/semana$$

(aplicado sólo durante la mitad del período seco)

Una vez comenzado el ensayo, la aplicación de los tratamientos (riego) se realizó semanalmente una vez al día, desde el 24-01-94 hasta el 02-04-94, excepto el T6 que se aplicó hasta el 26-03-94. Se eligió como período seco el lapso comprendido entre enero y marzo (época I) y como período lluvioso desde abril hasta julio (época II); basado en la información de precipitación registrada en la hacienda durante los años 1980 a 1992. Esta división en época se tomó en cuenta, solamente, para la determinación del período mas adecuado para la aplicación de los tratamientos.

Para la irrigación de las parcelas se empleó la metodología de riego manual por inundación, utilizando envases previamente aforados (19). Se consideró que en caso que las precipita-

ciones acumuladas durante una semana sobrepasaran los 44 mm, la aplicación de los tratamientos se suspendían durante la misma; ya que se estima que con una Ev/día de 6,3 mm, la cantidad de agua que se evapora en 7 días es de 44 mm, en la hacienda La Esperanza.

**VARIABLES EN ESTUDIO.** Las variables estudiadas fueron el contenido de los minerales metales y no metales. Para la cuantificación de éstas, se cosecharon las tres plantas centrales de las parcelas, realizando un corte a una altura de 30 cm sobre la superficie del suelo (17), considerando únicamente la fracción fina (diámetro menor a 5 mm); ya que en el caso de la Leucaena, se definen como comestibles todas las hojas y ramas con este diámetro (20, 18).

El contenido de los minerales no metales como el Nitrógeno (N) y el Fósforo (P) se cuantificaron mediante el método de Kjeldahl y el colorimétrico de Fiske-Subarrow, respectivamente (4); en tanto que los metales como el potasio (K), Calcio (Ca), Sodio (Na), Magnesio (Mg), Zinc (Zn) y Cobre (Cu) fueron analizados a través del método de absorción atómica (4).

**DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.** El diseño consistió en un bloques al azar con cuatro réplicas. Los datos recopilados se analizaron mediante el paquete estadístico SAS (22) a través del procedimiento GLM (General Linear Model). La comparación de las medias de las variables evaluadas, se llevó a cabo con el procedimiento de los cuadrados mínimos.

## Resultados y discusión

**Nitrógeno.** El análisis reveló efecto significativo ( $P < 0,10$ ) de los tratamientos sobre el porcentaje o contenido de nitrógeno (cuadro 2). Las plantas con mayor porcentaje de nitrógeno fueron las plantas del T1 (3,74%) pero sin diferencia estadística con T3 y T6 (3,49 y 3,66% respectivamente); mientras que en las del T4 se determinó el menor valor promedio (3,39%). Resultados que se asemejan a los reportados por otros autores (8), quienes encontraron un mayor contenido durante la época seca (3,84%) en comparación con la época de lluvias (3,04%).

Sin embargo, se afirma (15) que la fijación y reducción del N disminuye con el nivel de agua aplicado, un

descubrimiento que es compatible con la caída que se observa en la actividad de la reductasa del nitrato.

**Fósforo.** El contenido de fósforo, según el análisis de la varianza no mostró diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ).

Sin embargo, el mayor porcentaje promedio (1,77%) correspondió al T3 y el menor (1,25%) se obtuvo al aplicar el T5 (cuadro 2). El estrés hídrico está usualmente asociado con una consecuente reducción de fósforo en la planta; sin embargo, indica que el contenido de fósforo depende no sólo de la disponibilidad de agua, sino de la tasa de crecimiento de la especie, la penetración del sistema radicular, así como del tipo de suelo, textura y

**Cuadro 2. Efecto de tratamientos sobre los contenidos de nitrógeno y fósforo.**

Tratamientos	% Nitrógeno	% Fósforo
T1	3,74 <sup>a</sup>	1,52
T2	3,45 <sup>b</sup>	1,28
T3	3,49 <sup>ab</sup>	1,25
T4	3,39 <sup>b</sup>	1,77
T5	3,46 <sup>b</sup>	1,77
T6	3,66 <sup>ab</sup>	1,63

a, b: Medias con letras diferentes en una misma columna poseen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

características minerales (2)

**Potasio.** El contenido de potasio, según el análisis de la varianza, presentó diferencias ( $P < 0,05$ ) para el efecto de tratamiento.

La prueba de medias (cuadro 3) muestra diferencias entre el promedio mas alto (1,81 %), el cual fué obtenido por el T6 y el promedio mas bajo (1,26%) mostrado por el T3. Este comportamiento resultó similar al reseñado por otro autor (10), quien encontró los mayores contenidos de potasio en las plantas que fueron regadas con respecto a las que no

recibieron riego. Al mismo tiempo, señaló que la absorción de potasio no se detuvo a pesar que los requerimientos de las plantas estaban cubiertos.

**Calcio.** Las diferentes láminas de riego no presentaron efectos estadísticos ( $P > 0,05$ ), para el contenido de Calcio de las plantas. No expresándose diferencias entre el mayor (1,11) y el menor porcentaje (0,94), obtenidos por el T1 y T4 respectivamente (cuadro 3).

Esta respuesta es atribuida, según varios autores (8, 22), a la

**Cuadro 3. Efecto de tratamientos sobre los porcentajes de potasio, calcio, sodio y magnesio.**

Tratamientos	% Potasio	% Calcio	% Sodio	% Magnesio
T1	1,61 <sup>ab</sup>	1,11	0,050	0,47 <sup>a</sup>
T2	1,38 <sup>b</sup>	1,05	0,049	0,50 <sup>a</sup>
T3	1,26 <sup>b</sup>	0,97	0,054	0,37 <sup>b</sup>
T4	1,57 <sup>ab</sup>	0,94	0,064	0,39 <sup>b</sup>
T5	1,54 <sup>ab</sup>	1,10	0,059	0,32 <sup>b</sup>
T6	1,81 <sup>a</sup>	0,98	0,062	0,34 <sup>b</sup>

a, b: Medias con letras diferentes en una misma columna poseen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

relativa inmovilidad que presenta este elemento en la planta debido a sus funciones estructurales. Otros autores (21), asignan esta respuesta a la forma pasiva de absorción del Ca, la cual ocurre por un intercambio de iones entre las raíces y el xilema en plantas que poseen una baja tasa de transpiración, como es el caso de la *Leucaena* (3); lo cual permite hacer un mejor uso del agua en su metabolismo.

**Sodio.** El análisis de la varianza para el contenido de sodio no mostró diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) entre los resultados obtenidos. Así mismo, la prueba de medias (cuadro 3) no reveló diferencias entre los tratamientos con respecto al valor máximo (0,064 %) y mínimo (0,049 %) obtenidos con el T4 y T2, respectivamente.

Estos resultados corroboran lo señalado en la literatura (5) donde se afirma que existe poca variabilidad en el porcentaje de sodio en las plantas de sendero fotosintético C3 a diferencia de las C4 que exhiben gran variabilidad entre la época seca y la de lluvias.

**Magnesio.** El análisis exhibe diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) en torno a los tratamientos aplicados, con respecto al contenido de magnesio.

El comportamiento de las medias (cuadro 3) para esta variable, indica que existen diferencias ( $P < 0,05$ ) en-

tre ellas, manifestándose los más altos promedios con el T2 y T1 (0,50 y 0,47 %, respectivamente); tendencias reportadas en otra investigación (1) en donde se observó un incremento en la concentración de Magnesio al aumentar la lámina de riego.

**Zinc.** El análisis de varianza resalta una influencia estadística ( $P < 0,05$ ) de los tratamientos aplicados sobre el contenido de Zinc.

Al evaluar la prueba de medias, se tiene que existen diferencias entre los resultados obtenidos (cuadro 4), apreciándose que el nivel más alto de zinc se logró con el T6 (0,30 ppm) en tanto que el más bajo contenido se obtuvo con el T1 (0,24 ppm). Estos resultados concuerdan con los reseñados en la literatura consultada (7), quien encontró mayores concentraciones de Zinc en la época de sequía y niveles menores en la época de lluvias.

**Cobre.** El análisis de la varianza no mostró efecto de los tratamientos ( $P < 0,05$ ) sobre esta variable respuesta. La prueba de medias, tampoco detectó diferencias estadísticas (cuadro 4), en las que se encontró el mayor contenido de Cobre en las plantas del T2 (0,347 ppm) y el menor contenido en las del T1 (0,31 ppm); lo que nos podría indicar que el contenido de Cobre no está correlacionado con el nivel de agua aplicado.

**Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre el contenido de Zinc y Cobre**

Tratamiento	ppm Zinc	ppm Cobre
T1	0,24 <sup>b</sup>	0,310
T2	0,25 <sup>b</sup>	0,347
T3	0,25 <sup>b</sup>	0,335
T4	0,26 <sup>ab</sup>	0,327
T5	0,26 <sup>ab</sup>	0,340
T6	0,30 <sup>a</sup>	0,332

a, b: Medias con letras distintas en una misma columna poseen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

## Conclusiones

Los porcentajes de N, K y Mg en la Leucaena son afectados por la lámina de riego, observándose un comportamiento muy variable según la lámina aplicada; mientras que el comportamiento para el contenido de Zn está correlacionado positivamente

con la cantidad de agua usada en el riego.

Las láminas de riego, en los niveles utilizados en este ensayo, no afectaron el contenido de Ca, P, Na, y Cu, de la Leucaena.

## Literatura citada

1. Al-Omram, Am. 1995. Soil water potential and soil temperature effects on growth and nutrient uptake of Sudan grass seedling. *Sciences and Engineering* 45:9.
2. Andrew, C. S. and R. K. Jones. 1978. The phosphorus nutrition of tropical forage legumes. In: *Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils*. C. S. I. R. O. Australia.
3. Arriojas, L. 1986. *Leucaena leucocephala* como planta forrajera. *Rev. Fac. Agron. U. C. V. (Maracay)* Alcance 1: 169 -192.
4. Association of Official Analytical Chemist (OAAC). 1975. *Official Methods of Analysis*. 12 th Ed. Washintong, D. C.
5. Blanco, F., H. Machado y E. Segui. 1992. Caracterización y variación del contenido de sodio en híbridos de Buffel en dos localidades. *Pastos y Forrajes* 15:47.
6. Comisión de Plan Nacional de Aprovechamiento de los recursos Hídricos (COPLANARH). 1974. *Atlas: Inventario Nacional de Tierras*. Tecnicolor S. A. Caracas. Venezuela.
7. Clavero, T. 1995. *El pasto elefante enano: una alternativa para los ecosistemas*. Maracaibo. L.U.Z.
8. Febles, G., M. Monzote y T. E. Ruíz. 1987. La Planta. En: *Leucaena, una opción para la alimentación bovina*. Editorial Edica. Instituto de Ciencia Animal (Cuba). 200: 3-30.
9. Greene, L., B. Pinchak y R. Heitschmidt. 1987. Seansola dynamics of mineral in forage at the Texas Experimental Ranch. *J. Range. Manag.* 40:502-506.
10. Gregory, P. J. 1979. Uptake of N, P and K by irrigated and unirrigated Pearl Millet (*Pennisetum typhoides*). *Exp.*



Agric. 15:217.

11. INTA . 1981. La *Leucaena* (Forrajera promisorio para el norte argentino). Argentina, Estación Experimental Agropecuaria de Mercedes. Noticias, Comentarios. N° 156. 8p.
12. Jones, J. J. 1984. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. En: Resumen Analítico sobre pastos.
13. Matsumoto, H y G. D. Sherman. 1951. A rapid colorimetric method for the determination of mimosine. Arch. Biochem. Biophys. 33: 195-200.
14. Mavárez, O. 1993. Pronósticos agroclimáticos y necesidades de riego en los pastos cultivados en la Hacienda La Esperanza. LUZ. Fac. de Agron. Dep. de Ing. Agric. 130p.
15. Morgan, P. 1994. Por qué escribir. En: Salisbury y Ross (eds.). Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
16. Peters, W., N. Noguera, I. Zabala y R. Viloria. 1991. Estudio detallado de la Hacienda La Esperanza II. LUZ. Fac. Agron. Dep. de Edafología. Maracaibo, 50p.
17. Razz , R . 1991. Comportamiento de la *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. sometida a diferentes frecuencias y alturas de corte. Maracaibo. LUZ. Fac. de Agron. y Cs. Veterinarias. Div. de Postgrado. (Tesis de Maestría). 85p.
18. Razz , T., T. Clavero y J. J. Pérez. 1994. Crecimiento y Rendimiento de materia seca de dos ecotipos de *Leucaena leucocephala* bajo diferentes niveles de fertilización. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 11(4) : 347-354.
19. Relwani, L. L. , B. N. Lehane y A. M. Gandhe. 1987. Performance of nitrogen-fixing MPTS on mountain waste lands in low rainfall areas. Multipurpose tree species for small-farm use. p. 105-113. In: Proceedings of an international workshop held November 2-5 1987 in Pattaya, Thailand.
20. Sebert, T. 1992. Adaptabilidad, aceptación y valor nutritivo de especies arbóreas y arbustivas seleccionadas en dos sitios de la Región de la Costa Caribe Colombiana. Univ. de Hohenheim. Instituto para la Producción Animal en el Trópico y el Subtrópico. Editado por: Proyecto Colombo-Alemán ICA-GTZ. Tesis de Grado. Cs. Agrarias Nacionales. Santa Fé Bogotá. 75p.
21. Smith, G. , G. Goold, C. Johnston y M. Upsdell. 1982. Water use and chemical composition of ryegrass (*Lolium*) cultivars. Plant and soil 69: 21-29.
22. Statistical Analysis Systems (SAS). 1979. User's Guide Raleigh, North Carolina, USA.
23. Thom, E. , G. Sheath y A. Bryant. 1989. Seasonal variations in total nonstructural carbohydrate and major element levels in perennial ryegrass and paspalum in a mixed pasture. New Zealand J. Agric. Res. 32:157-166.