

Potencial de crecimiento de cuatro líneas de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit durante el establecimiento

Rate and estimates of growth in *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, in the establishment

Eunice Guevara¹ y Orlando Guenni²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Centro de investigaciones agropecuarias. Apartado postal 212, El Tigre 6334, Estado Anzoátegui, Venezuela. E-mail: eguevara@inia.gov.ve

² Universidad Central de Venezuela (UCV), Facultad de Agronomía, Instituto de Botánica Agrícola. Apartado postal 4579, Maracay, Estado Aragua, Venezuela. E-mail: Oguenni@hotmail.com.ve

Resumen

Leucaena ha expresado variación en su potencial de crecimiento en condiciones similares de crecimiento, por lo que se planteó evaluar la tasa de crecimiento relativo e índices de crecimiento de cuatro líneas de “*Leucaena*” (CIAT 7984, 9438, 18477 y el cv Perú), las cuales fueron sembradas una planta por tubo de PVC, separados a 20 cm de diámetro y 75 cm de profundidad, ubicados a 20 entre de tubos y 50 entre hilera, distribuidos aleatoriamente dentro del invernadero del Campo Experimental del CENIAP, Maracay. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con cuatro líneas como tratamientos, cinco cosechas (15, 30, 45, 60 y 110 días después de la germinación (DDG) y cinco plantas por línea como repeticiones. Los datos fueron analizados por vía no paramétrica utilizando Kruskal y Wallis. Se obtuvo el área foliar/planta (Af/p) por medio de un medidor de área foliar LI-COR - 3000A. Índice de asimilación neta, relación área foliar, tasa de crecimiento en el vástago (TRCv), raíz (TRCr) y en la planta entera (TRCTotal). No se encontró diferencias entre el área foliar e índice de asimilación neta entre las líneas evaluadas. La RAF disminuyó a través del tiempo, debido al mayor aumento progresivo en el peso de la planta con relación al incremento del área foliar por planta. Todas las líneas mostraron un mismo comportamiento en el vástago y en la raíz, creciendo rápidamente alcanzando su máximo valor a los 30 a 45 DDG. En los períodos 15 a 30, 45 a 60 y 60 a 110 DDG se encontraron diferencias significativas en el crecimiento del vástago entre las líneas. A los 45 a 60 DDG la TRC en el vástago fue mayor ($P < 0.05$) para la línea 18477 en comparación a la línea 7984, 9438 y cv Perú, mientras que para el período de 60 a 110 DDG, fue superior la línea 9438 a la línea 7948. La tasa de crecimiento radical mostró diferencias ($P < 0.05$) para los periodos 30 a 45 DDG y 60 a 110DDG, mientras que en los primeros periodos estas diferencias no fueron evidentes (0 a 15, 15 a 30 y 45 a 60 DDG). En conclusión los resultados sugieren que la línea 18477 de bajo rendimiento en campo y el cv Perú tienen una mayor tasa de crecimiento total, debido a una mayor especificidad de estos por la cepa de *Rhizobium*.

Palabras claves: Tasa de crecimiento, área foliar, indicadores de crecimiento

Abstract

Leucaena has expressed variation in its potential of growth in similar conditions of growth, reason why it considered to evaluate the relative growth rate and growth indices in four lines of “*Leucaena*” (CIAT 7984, 9438, the 18477 and CB Peru), which were seeded a plant by tube of PVC, separated to 20 cm of diameter and 75 cm of depth, located to 20 between of tubes and 50 between row, distributed randomly within the conservatory of the Experimental Field of the CENIAP, Maracay. The experimental design completely was randomized, with four lines like treatments, five harvests (15, 30, 45, 60 and 110 days after the germination (DAG) and five plants by line like repetitions. The data were analyzed by via nonparametric using Kruskal and Wallis. The area was obtained to leaf area by means of an area measurer to foliar LI-COR - 3000A. At the same time, the following variables were estimated leaf area ratio (LAR), net assimilation rate (NAR) and relative growth rate (RGR) of both total plants and roots. Final total plant, leaf and root biomass were not significantly different among ecotypes. One was not differences between the leaf area and index of net assimilation between the evaluated lines. The leaf area ratio (LAR) diminished through time, due to the greater progressive increase in the weight of the plant in relation to the increase of the leaf area by plant. All the lines showed a same behavior in shoot and the root, growing quickly reaching their maximum value to the 30 to 45 DAG. In periods 15 to 30, 45 to 60 and 60 to 110 DAG were significant differences in the growth of the shoot between the lines. To the 45 to 60 DAG growth RGR (shoot) was greater ($P < 0,05$) for line 18477 in comparison to line 7984, 9438 and cv Peru, whereas for the period of 60 to 110 DDG, was superior line 9438 to line 7948. The growth rate radical showed differences ($P < 0,05$) for periods 30 45 DDG and 60 to 110DDG, whereas in the first periods these differences were not evident (0 to 15, 15 ot 30 and 45 ot 60 DDG). In conclusion the results suggest it line 18477 of low yield in field and the cv Peru has a greater rate of total growth, due to a greater specificity of these by the stock of *Rhizobium*.

Key words: Rate of growth, area to foliar, indicators of growth

Introducción

Es evidente la importancia de *Leucaena* como árbol forrajero en los sistemas de producción animal en el trópico (Guevara y Espinoza, 2006; García y Sánchez, 2006; Shelton, 1996; Raz *et al.*, 1994), la adaptación de líneas a suelos ácidos resalta aún más su valor (Olvera y West, 1985). La importancia potencial puede describirse por el número de especies pertenecientes al género y a la variabilidad intra-específica e inter-específica entre las distintas líneas de *leucaena*. Es preciso identificar las características positivas de la planta para su posterior utilización y manejo en condiciones de campo.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la tasa de crecimiento relativo aéreo y radical e índices de crecimiento de cuatro líneas de “*Leucaena*” (CIAT 7984, 9438, 18477 y el cv Perú) y forma parte de la investigación en selección de germoplasma para la especie, siendo necesario realizar en una fase posterior estudios en campo, con el fin de comparar algunas variables fenológicas y de producción de la planta, donde se vea afectada por múltiples factores ambientales y bióticos.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el invernadero del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), ubicado en Maracay, estado Aragua a **10° 17'** latitud N y **67° 37'** longitud W. La temperatura media máxima fue de 39 °C y la mínima de 19 °C.

Las líneas evaluadas de *L. leucocephala* fueron CIAT 7984, 9438, 18477 y el cv Perú (como testigo), las cuales fueron seleccionadas de 20 líneas adaptados a condiciones tropicales de suelos ácidos con bajo Al intercambiable. Para la selección se consideraron características basadas en observaciones de campo a partir de los distintos rendimientos obtenidos en MS. Así, las líneas CIAT 7984 y 9438, se consideran de alto rendimiento en biomasa aérea, mientras que la línea 18477 se considera de bajo rendimiento (Espinoza *et al.*, 1994).

Las plantas fueron cultivadas en tubos de PVC, de 75 cm de largo por 20 cm de diámetro, a los cuales se les colocó una bolsa plástica de polietileno en su interior de manera de hacer más fácil la extracción del suelo el cual sirvió de soporte para el crecimiento de la planta. El sustrato utilizado fue un suelo franco arenoso de pH 6.8 proveniente de la estación experimental del CENIAP (Sección C2 destinada al cultivo de caña de azúcar). Entre sus características químicas destacan un contenido de K:127 ppm (alto), P: 17.0 ppm (medio), Ca: 388 ppm (medio), materia orgánica: 1.13 % (bajo) y CE: 0.05 mm hos/cm (bajo). La densidad aparente (Da) fue de 1.45 g/cm³. Se consideró no necesaria la aplicación de fertilizantes.

La semilla fue previamente escarificada, posteriormente se colocó en cápsulas de “Petri”. Saturado todo el perfil de suelo con agua se transplantaron dos plántulas a cada tubo de PVC, después de la aparición de las dos primeras hojas verdaderas, se dejó sólo una plántula por tubo.

El material vegetal se inoculó a los 8 y 14 días de crecimiento con 10 ml/planta de una solución de *Rhizobium loti* que contenía cepas TAL 1145 (CIAT, Colombia) y LAI 995 (Niftal, USA). Dicha solución fue suministrada por el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC).

En un espacio total de 28 m² distribuyeron los tubos dentro del invernadero en forma aleatoria, se colocaron a una separación de 30 cm entre plantas y 50 cm entre hileras, los tubos fueron rotados cada 15 días, para garantizar la homogeneidad de las condiciones de luminosidad.

Las plantas se cosecharon a los días 15 (primera cosecha: 1C), 30(2C), 45(3C), 60(4C) y 110(5C) después de la germinación (DDG), se denominó a este último cuando las plántulas tienen dos hoja abierta o expandida, este criterio fue utilizado por la disparidad en la germinación entre los 2 a 8 días después de sembrada (Roundy *et al.* 1993). Se cosecharon plantas individualmente o grupos de plantas a partir de los días en que ocurrió la germinación (ó DDG). El procedimiento de cosecha de todas las líneas de *Leucaena leucocephala* consistió primero en separar la parte aérea de la radical.

Se determinó el área foliar a través de un planímetro electrónico (LICOR - 3000). Con los parámetros: área foliar y la materia seca por planta (Af/p y MS/p) se obtuvieron los índices de crecimiento para la relación área foliar y el índice de asimilación neta propuestos por Hunt (1990)

Relación área foliar (RAF), es un índice morfológico, mide el balance entre lo gastado para la respiración de los distintos componentes de la planta y lo producido potencialmente para la fotosíntesis, para cada intervalo entre cosechas, mientras que el **índice de Asimilación neta (IAN)**, es un índice de eficiencia productiva en relación con el área foliar total, el cual estima la capacidad fotosintética de la planta. Ambos fueron obtenidos por la fórmula propuesta por Hunt (1990)

$$RAF = \frac{\frac{(Af/p_1)}{W_1} + \frac{(Af/p_2)}{W_2}}{2} = \frac{(RAF/p_1 + RAF/p_2)}{2}$$

$$IAN = \frac{(W_2 - W_1)}{t_2 - t_1} \times \frac{(\log nAf/p_2 - \log nAf/p_1)}{Af/p_2 - Af/p_1}$$

Donde Af/p es el área foliar total por planta en cada momento de cosecha, W es el peso seco total por planta y RAF/p es la relación del área foliar por planta sobre su peso, expresada en cm^2 de Af/g de MS.

El W_i es el peso seco de la biomasa aérea (vástago) con relación a un intervalo de tiempo t_2-t_1 , expresado en g/cm^2 de la planta.

La Tasa relativa de crecimiento vástago (TCRv) y de la raíz (TCRr), fue calculada mediante la expresión $TCRv = (\log nW_2 - \log nW_1)/(t_1 - t_2)$ propuesta por Hunt, 1990, donde W es el peso seco del vástago o de la raíz, expresada en g de MS.días⁻¹ por planta. La tasa relativa de crecimiento total (TRC Total) se obtuvo de la sumatoria de la **TCRv** y **TCRr**.

Los tratamientos estaban representados por los distintas líneas de *Leucaena leucocephala*.

Análisis y diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un completamente aleatorizado, con cuatro líneas como tratamiento (7984, 9438, 18477) y el cv Perú como testigo, cinco cosechas dentro de cada línea y cinco plantas por línea, para un total de 100 plantas, 20 por cada cosecha.

Los datos no presentaron características de normalidad y homoestaticidad, por lo que los datos fueron analizados por vía no paramétrica con el análisis de la variancia de Kruskal - Wallis, cuya distribución es Chi-cuadrado (X^2) con un nivel de significancia del $\alpha = 0.05$ para la prueba de hipótesis. Las pruebas de medias fueron realizadas por comparaciones no paramétricas ($Q_{0.05, K-1}$), utilizándose la diferencia de la media de los rangos de cada tratamiento entre la desviación del error para las muestras con distintos números de repeticiones (Jerrold, 1984).

Resultados

Área foliar por planta

En las distintas cosecha 15, 30, 45, 60 y 110 DDG el área foliar por planta (Af/p : 4.1 ± 2.4 , 50 ± 12 , 662 ± 2.4 , 1546 ± 95 , 3051 ± 68 $cm^2/planta$) no mostró diferencias ($P > 0.05$) estadísticas entre las líneas. Sin embargo, se encontró una tendencia del cv Perú y la línea 18477 a tener en todos los casos un valor mayor del Af/p que las otras líneas (**Figura 1**).

Relación área foliar

La RAF disminuyó a través del tiempo, debido al mayor aumento progresivo en el peso de la planta con relación al incremento del área foliar por planta. No se observaron diferencias significativas entre las líneas en los períodos de cosecha 15-30, 30-45 y 45-60 DDG, con valores promedios de 151 ± 29 , 107.5 ± 3.6 y 69 ± 4.1 respectivamente. En el último período (60-110 DDG), la línea 18477 (61 ± 10 de RAF) mostró una mayor RAF que el cv Perú (46 ± 2).

Índice de asimilación neta

El IAN fue mayor para los primeros períodos de cosecha disminuyendo progresivamente hasta los 60 y 110 DDG. A lo largo del tiempo el IAN no mostró diferencias entre las líneas, incluyendo el cv Perú. El promedio para cada cosecha fue de cosecha de $5.13 \times 10^{-3} \pm 0.09$, $2.43 \times 10^{-3} \pm 0.029$, $2.05 \times 10^{-3} \pm 0.33$, $0.232 \times 10^{-3} \pm 0.58$ para los 15, 30, 45, 60 y 110 DDG respectivamente.

Tasa relativa de crecimiento en el vástago y en la raíz

Todas las líneas mostraron un mismo comportamiento en el vástago y en la raíz, creciendo aceleradamente hasta alcanzar su máximo valor a los 30 a 45 DDG (Figura 1, 2 y 3).

En los períodos 15 a 30, 45 a 60 y 60 a 110 DDG se encontraron diferencias significativas en el crecimiento del vástago entre las líneas. A los 45 a 60 DDG la TRC en el vástago fue mayor ($P < 0.05$) para la línea 18477 en comparación a la línea 7984, 9438 y cv Perú, mientras que para el período de 60 a 110 DDG, fue superior la línea 9438 a la línea 7948.

La tasa de crecimiento radical mostró diferencias ($P < 0.05$) para los periodos 30 a 45 DDG y 60 a 110DDG, mientras que en los primeros periodos estas diferencias no fueron evidentes (0 a 15, 15 - 30 y 45 - 60 DDG).

A los 30 a 45 DDG se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las líneas, mostrando en la línea 18477 una mayor tasa de crecimiento en la raíz (TRCr) que la línea 9438, considerada de lato rendimiento. A partir de este período la TRCr decreció, incrementando nuevamente a los 45 a 60 DDG. Entre los días 60 a 110 DDG, la línea 9438 mostró una mayor tasa de crecimiento radical (TCr), como consecuencia de una mayor acumulación de MSr a los 110 DDG, siendo superior las líneas $9438 > 7948 > \text{cv Perú} > 18477$.

La tasa de crecimiento total (TRCT) mostró un comportamiento similar en todas las líneas alcanzando su máximo valor a los 30 a 45 DDG, para luego disminuir progresivamente hasta el último período de cosecha. Las diferencias de las curvas en el primer período ocurrieron por el peso inicial de la semilla.

Discusión

Por la escasez de trabajo de investigación sobre los índices de crecimiento en las líneas de leucaena evaluadas, la discusión se basará en la información disponible haciendo referencia en ocasiones a otros cultivos.

Patrón de desarrollo del área foliar

La tendencia de la línea 18477 y el cv Perú a mostrar mayor área foliar por planta se debe a la existencia de un efecto compensatorio entre el número y tamaño de las hojas. La línea 18477 y el cv Perú mostraron una tendencia a presentar un número mayor de hojas que las otras líneas, siendo estas de menor tamaño. Por el contrario, las líneas 7984 y 9438 presentaron un número menor de hojas, pero de mayor tamaño. Aún cuando, el tamaño de las hojas no fue un parámetro evaluado en el presente trabajo, ésta distinción entre las líneas fue claramente observada.

Las líneas de “**Leucaena**” alcanzaron su máxima área foliar por planta en la última cosecha. El aumento considerable de área foliar por planta en cada cosecha, fue debido al incremento de la tasa relativa de crecimiento hasta los 45 DDG, luego a la formación de nuevas hojas y ramas de mayor tamaño.

A pesar de que las plantas se vieron limitadas en el crecimiento radical después de la tercera cosecha (45 DDG), esto no afectó aparentemente el crecimiento del área foliar, lo que evidencia que las plantas muy bien pueden expresar un mejor comportamiento en campo si las condiciones del medio ambiente y las características edáficas favorecen su crecimiento.

Relación área foliar y el índice de asimilación neta

El índice de asimilación neta surge como un intento para eliminar el efecto ontogénico de las medidas de crecimiento absoluto y relativo. Describe a la vez la eficiencia de producción neta del aparato fotosintético por unidad de área foliar por planta (Medina, 1977). En este sentido, la relación del área foliar y el índice de asimilación neta alcanzan sus máximos valores en los primeros períodos ínter cosecha. Ambos índices de crecimiento (RAF y el IAN) tienen un comportamiento similar para todas las líneas (**Cuadro 1**), disminuyendo con el tiempo.

El índice de asimilación neta tiende a cero, cuando las plantas alcanzan un estado de madurez (Medina, 1977). Esto puede comprobar que bajo las condiciones del experimento, la línea 18477 alcanzó el estado de madurez más temprano que las otras dos líneas.

Todo indica que las plantas de “**Leucaena**” crecen rápidamente en condiciones no limitadas y pueden ser eficientes fotosintéticamente en la producción de biomasa verde.

Tasa relativa de crecimiento

Existen diferencias entre especies de planta con relación al tamaño relativo del sistema radical (relación raíz: vástago), morfología de la raíz y la distribución de la biomasa radical por efecto de la estructura y calidad del suelo (Fitter, 1985; Boot, 1989; Newman y Andrews, 1973), lo que explicaría en parte el comportamiento en la tasa relativa de crecimiento de cada uno de las líneas evaluadas.

En general, las tasas relativas de crecimiento (total, del vástago y la raíz) mostraron en todas las líneas un comportamiento similar (**Figura 1, 2 y 3**) alcanzando una tasa máxima en el período de cosecha de 30 a 45

DDG, disminuyendo progresivamente hasta los 110 DDG. Esto ocurrió por la disminución a partir de los 45 DDG de los valores de materia seca acumulada a con respecto a la cosecha anterior.

Sólo se encontró diferencias entre las líneas en los períodos 30 a 45 y de 60 hasta los 110 DDG, donde la línea 18477 y el cv Perú mostraron mayores valores en la tasa relativa de crecimiento total (en la planta entera) en comparación a las otras líneas, a excepción del último período entre cosecha. En este momento (60 – 110 DDG) las diferencias estadísticas encontradas entre las líneas, no fueron lo suficientemente marcadas como para representar una gran distinción en el comportamiento de las líneas. El patrón generalizado en la tasa relativa de crecimiento representa una característica para la especie "**Leucaena**", la cual está genéticamente determinada, de estas características dependerá su adaptación a las distintas condiciones agroclimáticas (Trewavas, 1986).

Los resultados sugieren que la línea 18477 considerada de bajo rendimiento presenta un gran potencial genético de crecimiento, lo que puede ser aprovechado en condiciones de campo (Kroon y Hutchings, 1995). Estas respuestas se debieron a la especificidad de la línea 18477 y el cv Perú por la cepa de *Rhizobium* (Randy *et al.*, 1993, Sangina *et al.*, 1988), lo que confirma lo señalado por Neeru *et al.*, 1990. *Leucaena* es la única especie de leguminosa para la cual las cepas de inoculantes varían dependiendo de las características del suelo (Valdés y Aguirre, 1993).

Conclusiones

No se encontraron diferencias estadísticas entre las líneas para el área foliar por planta, debido a un efecto compensatorio entre los mismos, donde las líneas 7984 y 9438 presentaron hojas más grandes y en menor número que la línea 18477 y el cv Perú. El área foliar incrementó con el tiempo, ocasionado por el incremento de estructuras fóliales en el vástago.

Las curvas de la relación del área foliar (RAF) y el índice de asimilación neta (IAN) para todas las líneas, mostraron una tendencia decreciente durante el período de evaluación (110 DDG), con valores que oscilan de 60 y 170 cm² de Af/g total en cada planta para la RAF y de 0.5 a 5.7 g/cm² por planta para el IAN en cada intervalo de cosecha.

Los resultados sugieren que la línea 18477 y el cv Perú tienen una mayor tasa de crecimiento total, debido a una mayor especificidad de estos por la cepa de *Rhizobium*.

Literatura citada

- Boot, R. G. A., 1989. The significance of size y morphology of root systems for nutrient acquisition and productivity of higher plants. Edited By Lambert. Netherlands: 299-311
- Espinoza, F., J. Gil, Argenti P. y O. Guenni, 1994. Producción de materia seca de ecotipos de *Leucaena leucocephala* en suelos ácidos del Estado Cojedes.:VIII Congreso Venezolano de Zootecnia.
- Fitter, A. H., 1985. Functional significance of root morphology and root systems architecture. In: Fitter A. H., Atkinson D., Read D. J. Usher M.B. (eds), Ecological Interactions in Soil, British Ecological Society Special Publication, 4, Blackwell Scientific Publications, Oxford: 87-106.
- García, M. de Hernández y C. Sánchez, 2006. *Leucaena leucocephala* como fuente proteica alimenticia en la ganadería bovina doble propósito. En Simposio - Taller: Experiencias en Agroforestería. http://www.ceniap.gov.ve/agroforesteria/articulos%20pdf/garcia_mercedes.pdf
- Guevara, E. y F. Espinoza. 2006. Nuevos materiales forrajeros para la producción de leche y carne en las sabanas de Venezuela. En III Simposium en Recursos y Tecnologías alimenticias para la producción bovina a pastoreo en condiciones tropicales. En resumen de conferencias. PASTCA, PAISA. Tachira, Venezuela.
- Halliday, J. 1984. Rhizobium relations of tropical legumes in tropical soils and implications for agrotechnology transfer
- Hunt, R., 1990. Basic growth analysis. Plant growth analysis for beginners. London UNWIN HYMAN: 112
- Jerrold, H., 1984. Biostatistical Analysis. Second Edition. Prentice-Hall International. Inc. Northern Illinois University: 718.
- Kroon, H. and M. Hutchings. 1995. Morphological plasticity in clonal plants: The foraging concept reconoced. J. of Ecology 83: 143 - 152.

- Medina, E., 1977. Distribución de asimilados y análisis de crecimiento. En introducción a la ecofisiología vegetal: 51 - 56.
- Neeru, B., P. Shama and A. Lakshminarayana. 1990. Nodulation and nitrogen fixation by salinity tolerant rhizobia in symbiosis with tree legumes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 33(1):33-46
- Newman E. I. and R. E. Andrews. 1973. Uptake of phosphorus and potassium in relation to root growth and root density. *Plant and soil* 38: 49 - 69.
- Olvera, E. and W. G. West. 1985. Establishment of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. In acid soils. *Tropi. Agric. (Trinidad)* 62(1):73-76.
- Randy, L. D., M. V. Donald and H. A. Mark, 1993. Seedling growth of 2 *Leucaena* species *J. Range Management*. 46(6): 516 - 519.
- Razz, R., T. Clavero y J. J. Pérez, 1994. Crecimiento y rendimiento de materia seca de 2 ecotipos de *Leucaena leucocephala* bajo diferentes niveles de fertilización. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 11: 347 - 354.
- Roundy, B., V. Winkel, J. Cox, A. Dobrenz y H. Tewolde. 1993. Sowing depth and soil water effects on seedling emergence and root morphology of three warm season grasses. *Agron. J.* 85(5):975-982
- Sanginga, N., K. Mulongoy and A. Ayanaba. 1988. Nodulation and growth of *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. As effected by inoculation and N fertilizer. *Plant and Soil*. 112:129-135
- Shelton, M. 1996. El género *Leucaena* y su potencial para los Trópicos. En *Leguminosas Arbóreas en la Agricultura Tropical*. Ed Tyrone Clavero. Centro de transferencia de tecnología en pastos y forrajes de la Universidad del Zulia. 17-26p
- Trewavas, A. 1986. Resource allocation under poor growth conditions. A major role for growth substance in developmental plasticity. *Symposium of the Society of Experimental Biology*. 40: 31-76.
- Valdéz, M. y J. Aguirre. 1993. Inoculación con *Rizobium* Loti sobre componentes del rendimiento en *Leucaena leucocephala*. Turrialba, Costa Rica. 43(1): 7-10 pp

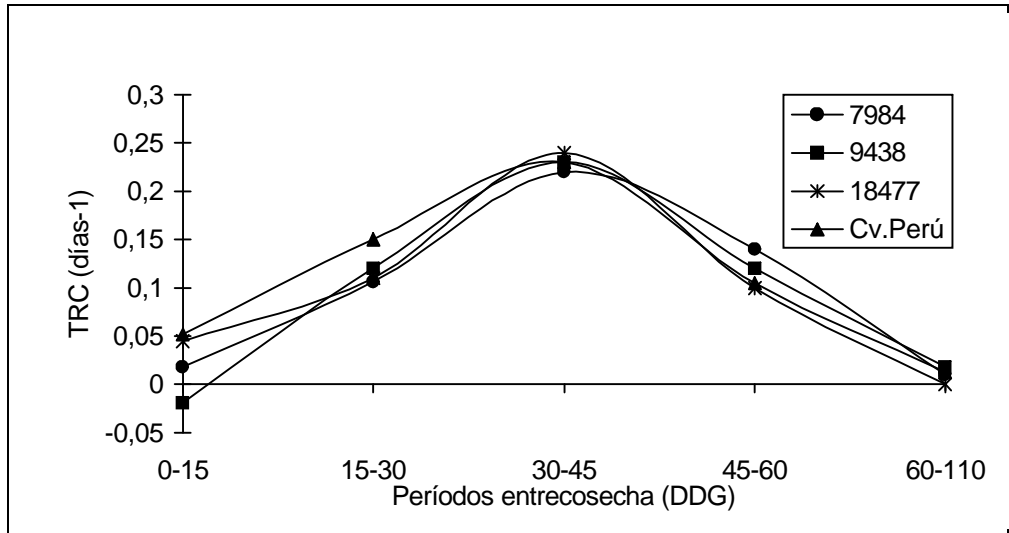


Figura 1.- Tasa relativa de crecimiento en el vástago para las líneas de *Leucaena leucocephala* en distintas cosecha.

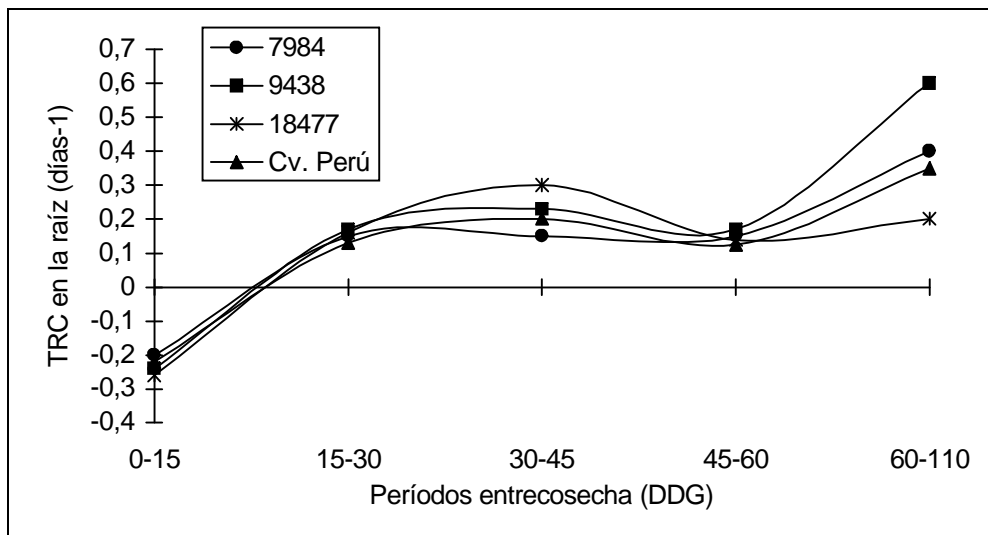


Figura 2.- Tasa relativa de crecimiento en la raíz para las líneas de *Leucaena leucocephala* evaluados.

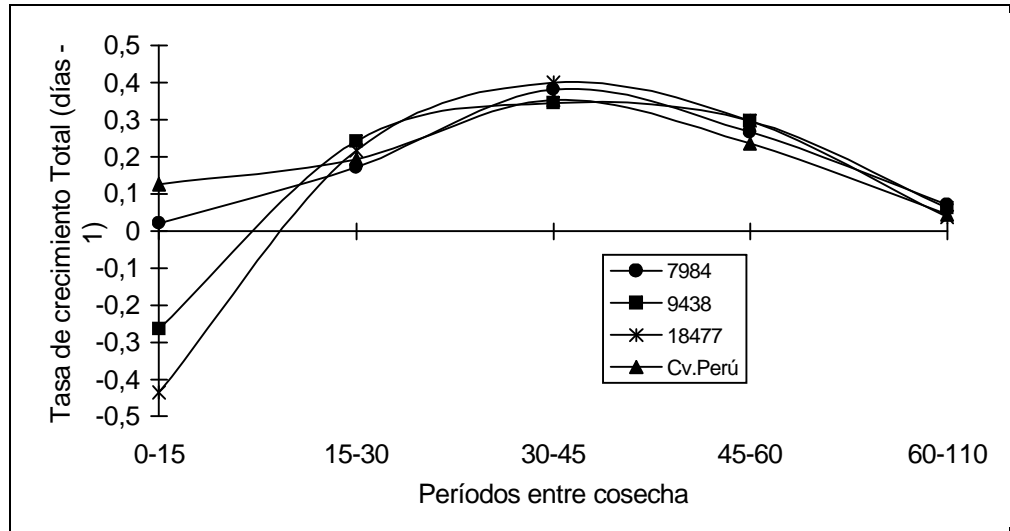


Figura 3.- Tasa de crecimiento en la planta entera para las líneas de *Leucaena leucocephala* en distintas cosechas.

Cuadro 1. Indicadores y relaciones de crecimiento en líneas de *Leucaena leucocephala*

DDG	Líneas	AF	RAF	IAN	AF	RAF	IAN
15	7984	7.9±0.9			3 NS		
	9438	5±1.8					
	18477	3.1±1					
	Cv Perú	7.5±2.3					
30	7984	40±1.2	175±39	5.10±1	5 NS	4 NS	3 NS
	9438	40.3±9	177±72	5±0.06			
	18477	54.7±8	125±50	5.21±2			
	Cv Perú	64±6	127±36	5±0.2			
45	7984	665±5	103±16	2.6±0.5	3 NS	2 NS	4 NS
	9438	660±42	111±4.6	2.5±0.3			
	18477	661±86	106±21	2.6±0.6			
	Cv Perú	664±16	110±17	2±0.02			
60	7984	1502±14	73±15	2.5±0.6	4 NS	4 NS	5 NS
	9438	1493±15	64±6	2±0.4			
	18477	1499±19	72±15	1.7±0.3			
	Cv Perú	1688±42	68±5	2±0.2			
110	7984	3093±33	61±10	1.5±0.08	3 NS	11.4 *	3 NS
	9438	2999±26	52±3	2.4±0.7			
	18477	3123±16	68±15	2.2±1.4			
	Cv Perú	2987±29	46±2	3±0.44			

* Indican diferencias estadísticas (P<0.05); NS indica diferencias no significativas