

## EFFECTO DE LA RADIACION LASER HE-NE SOBRE SEMILLAS DE LEUCAENA LEUCOCEPHALA CV. CUNNINGHAM

*L. Cepero, G. Martín, A.R. Mesa y P. Castro<sup>1</sup>*

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

<sup>1</sup> Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"

Se emplearon semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham recién cosechadas, lo más homogéneas posible en cuanto a tamaño y color, las cuales se dividieron en dos grupos cuya humedad se redujo al 27 y 50 % respectivamente; estas fueron sometidas a la acción de la radiación proveniente de un láser de He-Ne, con una longitud de onda de 632,8 nm (rojo) y una potencia de 1mW, variando el tiempo de exposición desde los segundos (5 s) hasta los minutos (60 min). Las plantas fueron evaluadas a los 30 días en cuanto a los parámetros fisiológicos siguientes: altura, número de hojas y número de ramas. Se observó en las semillas el efecto estimulante, así como el inhibitorio, producidos por los diferentes tiempos de exposición a la radiación láser. Con una humedad de 27 % se obtuvo un incremento del 26 % en la altura con respecto al testigo a los 15 min. En el caso del 50 % de humedad, el mayor incremento en relación con el testigo fue del 16 % para el mismo tiempo. Se pudo apreciar que la altura fue el parámetro más fotosensible.

**Palabras clave:** *Radiación láser, semillas, Leucaena leucocephala*

En el establecimiento de los sistemas silvopastoriles una de las principales dificultades que se observan es el lento crecimiento de algunas especies arbóreas. Una de las más utilizadas en estos sistemas es la *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, cuya importancia como planta forrajera está dada por su alto valor nutritivo, sus elevados rendimientos de materia comestible, la alta palatabilidad para el ganado y la persistencia de su productividad cuando es sometida a altas cargas (Ruíz y Febles, 1987; Machado y Núñez, 1994a; 1994b).

Sin embargo, como sucede en la mayoría de las leguminosas la leucaena presenta problemas en la etapa de establecimiento, especialmente en

Seeds of *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham newly harvested as homogeneous as possible regarding size and color were divided into two groups which moisture was reduced to 27 and 50 % respectively. They were subjected to He-Ne laser radiation with a wavelength of 632,8 nm (red) and a power of 1 mW varying the exposure from the seconds (5 s) to the minutes (60 min). After 30 days the plants were evaluated for height and number of leaves and branches. Both the stimulating and the inhibitory effects caused by the different exposures to the laser radiation were observed in the seeds. There was a 26 and 16 % of increase in height with 27 and 50 % of moisture, respectively, as compared to the control after 15 min. It was found that height was the most photosensitive parameter.

**Additional index words:** *Laser radiation, seeds, Leucaena leucocephala*

la primera fase después de la germinación, en la cual el crecimiento de las plantas es demasiado lento; a ello se adiciona la competencia producida por las malas hierbas (Harding, 1972; Jones, 1975).

Para contrarrestar este problema se han utilizado diversas alternativas, tales como la inoculación con *Rhizobium* (Tang, 1994) y *Azotobacter* (Tang, 1995), el uso de herbicidas pre-emergentes y el cultivo post-emergente, pero aun así se continúa en la búsqueda de otros métodos que hagan más eficiente el estímulo del crecimiento en la etapa de establecimiento. La radiación láser, por sus propiedades (coherencia, especificidad, energía, etc.), puede ser utilizada

con este objetivo (Guardia, González, Labrada y Rassi, 1991; Stwalley, 1991).

Sin embargo, para aplicar esta técnica se hace necesario estudiar previamente el régimen de trabajo capaz de producir el efecto deseado. Diferentes autores cubanos han obtenido para algunas hortalizas y granos dicho régimen (Guardia, Casate, Souza y Tamayo, 1994; García y Labrada, 1994), pero no se ha informado en Cuba hasta el presente ningún resultado en especies arbóreas de interés para la ganadería, tal como *L. leucocephala* cv. Cunningham, por lo que el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto que provoca la radiación láser He-Ne sobre las semillas de esta especie en la fase de vivero.

## MATERIALES Y METODOS

**Procedimiento.** Las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham recién cosechadas fueron seleccionadas por su tamaño y color, de forma tal que fueran lo más homogéneas posible. Las mismas fueron escarificadas con agua a 80°C durante 2 min. Posteriormente se dividieron en dos grupos: al primero se le redujo su humedad al 50 % y al segundo al 27 % en una cámara de desecación. Después fueron sometidas a diferentes tiempos de irradiación.

El láser empleado es de He-Ne, su potencia es de 1 mW y emite con una longitud de onda de 632,8 nm (banda roja del espectro). La técnica también consta de un dispositivo auxiliar compuesto por un sistema de lentes, con el objetivo de abrir el haz de luz (30 mm de diámetro) y de esta forma poder irradiar en el mismo tiempo un grupo mayor de semillas; la energía por unidad de área que llega a las semillas es de 0,6 mW/cm<sup>2</sup>.

Una vez irradiadas, estas fueron sembradas en bolsas de polietileno de 10 cm de diámetro y 35 cm de altura, con un volumen de 2 747,5 cm<sup>3</sup> de tierra. Se utilizó suelo Ferralítico Rojo (perturbado) mezclado con materia orgánica (cachaza) al 30 %.

**Tratamientos y diseño.** Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial y siete réplicas, dos humedades (27 y 50 %) y 17 tiempos de exposición (0, 5, 10, 15, 20, 30, 60 s; 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 45, 60 min). A los

30 días después de la siembra se efectuó una evaluación de los diferentes índices fisiológicos: altura (desde las hojas cotiledonales hasta la yema terminal), número de hojas (primarias, secundarias y terciarias) y número de ramas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se puede observar la influencia de los factores (tiempo de irradiación y humedad), así como su interacción para todos los índices fisiológicos evaluados. Se apreció una interacción significativa ( $P < 0,05$ ) para el número de hojas entre el tiempo de irradiación y la humedad de las semillas; de forma contraria, para la altura de las plantas y el número de ramas no hubo interacción significativa.

Además, hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los diferentes tiempos de exposición a los rayos láser para todos los índices fisiológicos estudiados; mientras que la humedad influyó solamente sobre la altura de las plantas, resultados que coinciden con los obtenidos por Casate, Desouza, Jiménez y García (1995b) en algunos cultivos hortícolas.

Al irradiar las semillas que poseían un 27 % de humedad, la altura de las plantas (fig. 1a) mostró una curva con dos picos de estimulación: el primero en el orden de los segundos (20 s) y el segundo en el orden de los minutos (15 min). Este parámetro en ambos tiempos se incrementó en un 18 y 26 % respectivamente.

También se pueden observar dos zonas de inhibición, enmarcadas tanto en los segundos (5-10 s) como en los minutos (20-60 min); a partir de los 20 min se apreció un marcado decrecimiento en la altura de las plantas. Esta respuesta es similar a la obtenida por otros autores cuando estudiaron el efecto de los rayos láser He-Ne en cultivos de interés económico (Guardia, Labrada, González y Pérez, 1991; García y Labrada, 1994); además, existió una coincidencia con algunos de estos cultivos en cuanto a los tiempos de estimulación.

Al analizar el número de hojas (fig. 1b) se pudo observar una estimulación del 10 % a los 20 s y una zona de inhibición entre los 5 y 15 s. Después de un minuto de exposición, apenas existió variación de este índice fisiológico en comparación con el control, aunque a partir de los 35 min hubo una apreciable inhibición.

Tabla 1. Análisis de varianza.

Índice fisiológico	Fuente de variación	GL	CM	Prob.
Altura	Tiempo de irradiación (T)	16	24,48	0,000***
	Humedad (H)	1	24,01	0,018*
	Interacción (T x H)	16	5,28	0,266
	Error	204	4,29	
Número de hojas	Tiempo de irradiación (T)	16	1,85	0,003**
	Humedad (H)	1	0,61	0,389
	Interacción (T x H)	16	2,44	0,000***
	Error	204	0,80	
Número de ramas	Tiempo de irradiación (T)	16	1,88	0,032*
	Humedad (H)	1	1,35	0,244
	Interacción (T x H)	16	0,94	0,523
	Error	204	0,61	

\*  $P < 0,05$

\*\*  $P < 0,01$

\*\*\*  $P < 0,001$

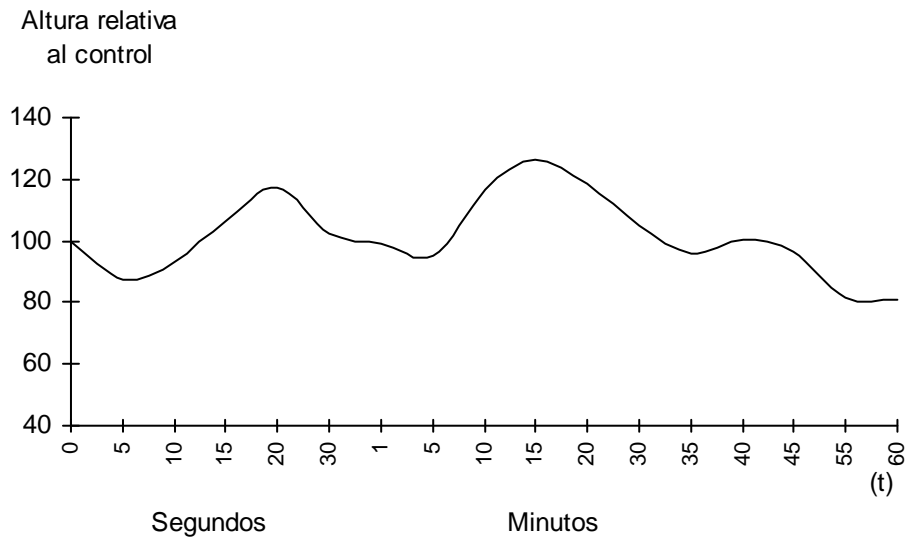


Fig. 1a. Altura de las plantas germinadas a partir de semillas irradiadas (27 % de humedad).

El número de ramas (fig. 1c), al igual que los demás índices fisiológicos, presentó un pico de estimulación del 7 % a los 20 s, aunque el mayor por ciento de estimulación (13 %) se encontró en las semillas que fueron irradiadas durante un minuto; después ocurrió un ligero descenso de este parámetro con el aumento del tiempo de irradiación.

De acuerdo con los resultados mostrados en las figuras 1a, 1b y 1c, cuando las semillas fueron irradiadas presentaron un pico de estimulación a los 20 s. Entre los índices fisiológicos estudiados la altura fue el de mayor intensidad (17 %), seguida por el número de hojas y el número de ramas (10 y 7 % respectivamente). Al emplear tiempos mayores, la altura presentó su máxima

estimulación (26 %) a los 15 min y los demás índices no mostraron ninguna variación significativa con respecto al control; este aspecto resulta muy importante, ya que se puede estimular el crecimiento de *L. leucocephala* cv. Cunningham y no afectar otros índices fisiológicos, lo cual contribuye a disminuir el tiempo de establecimiento en los sistemas silvopastoriles.

Cuando las semillas fueron sometidas a las mismas condiciones, pero con un 50 % de humedad, se observaron variaciones en los índices fisiológicos. En el caso de la altura (fig. 2a), existieron dos picos de estimulación, uno a los 15 s y el otro a los 15 min; la intensidad del

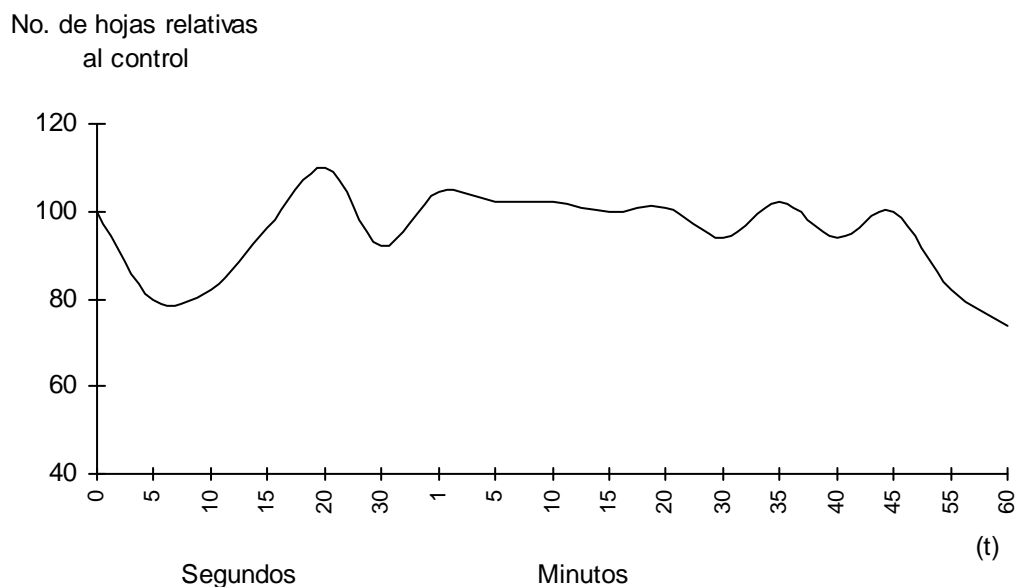


Fig. 1b. Número de hojas de las plantas germinadas a partir de semillas irradiadas (27 % de humedad).

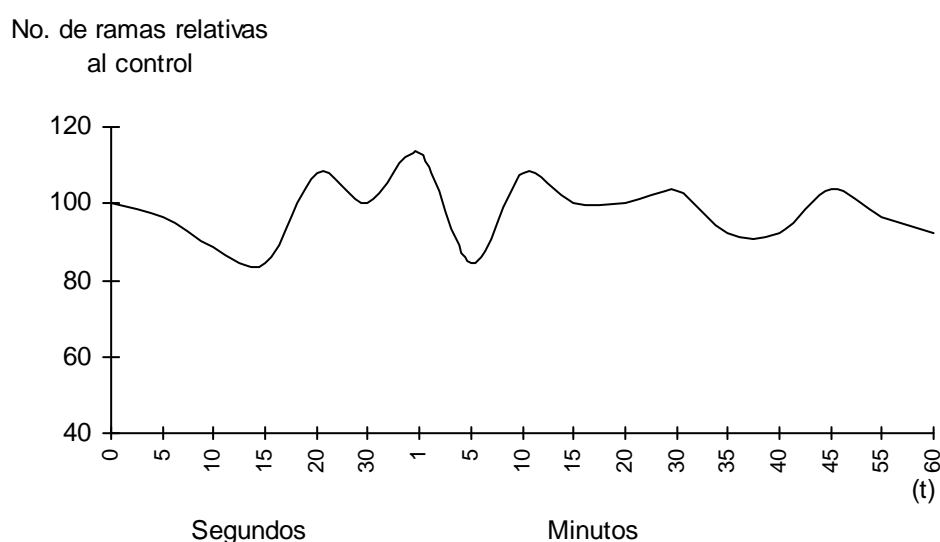


Fig. 1c. Número de ramas de las plantas germinadas a partir de semillas irradiadas (27 % de humedad).

estímulo fue de un 10 y 15 %, respectivamente, valores menores que cuando la semilla tenía un 27 % de humedad. Estos resultados coinciden con los de Casate, Desouza, Jiménez y García (1995 a), quienes consideraron que dicho factor ejerció un efecto inhibitorio a medida que aumentó la humedad.

Se observaron además varias zonas donde ocurrió un decrecimiento en este indicador, la primera de 5 a 10 s y la otra de 20 s a 10 min; a partir de los 30 min de exposición a la radiación, hubo una disminución muy marcada.

En el número de hojas (fig. 2b) la radiación láser no provocó un efecto tan marcado como en la altura y sólo se notó una zona de inhibición en los primeros segundos (5-10 s) y un ligero estímulo del 4 % para las semillas que fueron expuestas durante un minuto a la radiación, lo que indica que este índice fisiológico no fue favorecido por la humedad de la semilla; no obstante, se observó una tendencia a estabilizarse a medida que aumentaba el tiempo de exposición, presentando un comportamiento similar al del control. Ello expresó la fotorresistencia de este índice fisiológico a la

radiación láser cuando se aumentó la humedad a un 50 %, lo cual se hizo más evidente en el orden de los minutos.

El número de ramas (fig. 2c) presentó una zona de inhibición para los tiempos pequeños (5-15 s), lo que indicó que su recuperación fue menor, o sea, fueron menos fotorresistentes a la radiación láser; mientras que para los tiempos mayores mostró una ligera estimulación desde los 20 s hasta los 40 min de exposición, tiempo a partir del cual se inhibió la aparición de ramas. Aunque este índice no resultó muy estimulado por los rayos láser, se observó una zona amplia ligeramente superior al control.

Como se muestra en las figuras 2a, 2b y 2c, al irradiar durante tiempos pequeños la estimulación no se comportó igual para todos los índices, ya que la altura presentó un pico del 10 % a los 15 s; sin embargo, el número de hojas y de ramas decrecieron en un 10 %. Al emplear tiempos mayores el máximo de estimulación para la altura (15 %) se presentó a los 15 min y los demás índices no fueron afectados.

De acuerdo con estos resultados, cuando la semilla tenga un 50 % de humedad es recomendable irradiarla durante 15 min, ya que este tiempo no afectó otro índice fisiológico que pudiera ser importante para el establecimiento de la leucaena en los sistemas silvopastoriles.

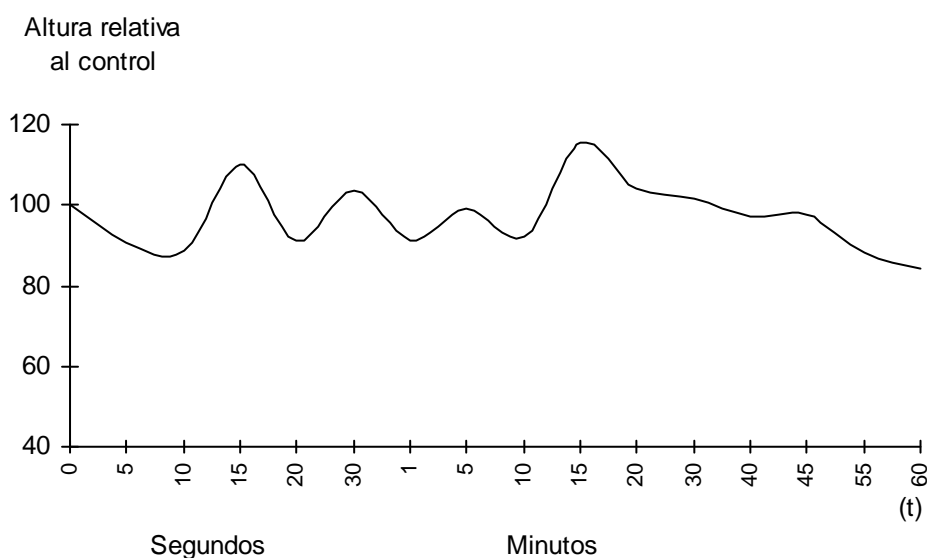


Fig. 2a. Altura de las plantas germinadas a partir de semillas irradiadas (50 % de humedad).

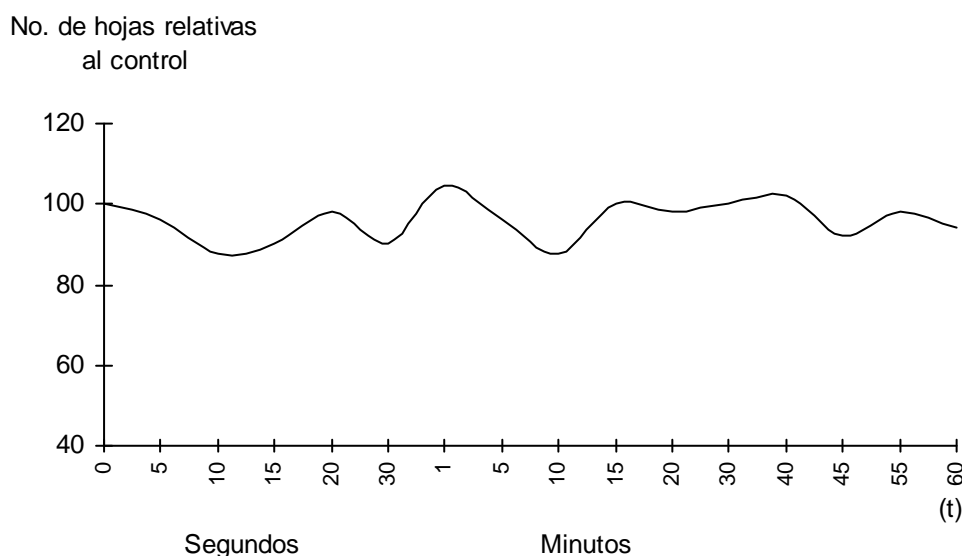


Fig. 2b. Número de hojas de las plantas germinadas a partir de semillas irradiadas (50 % de humedad).

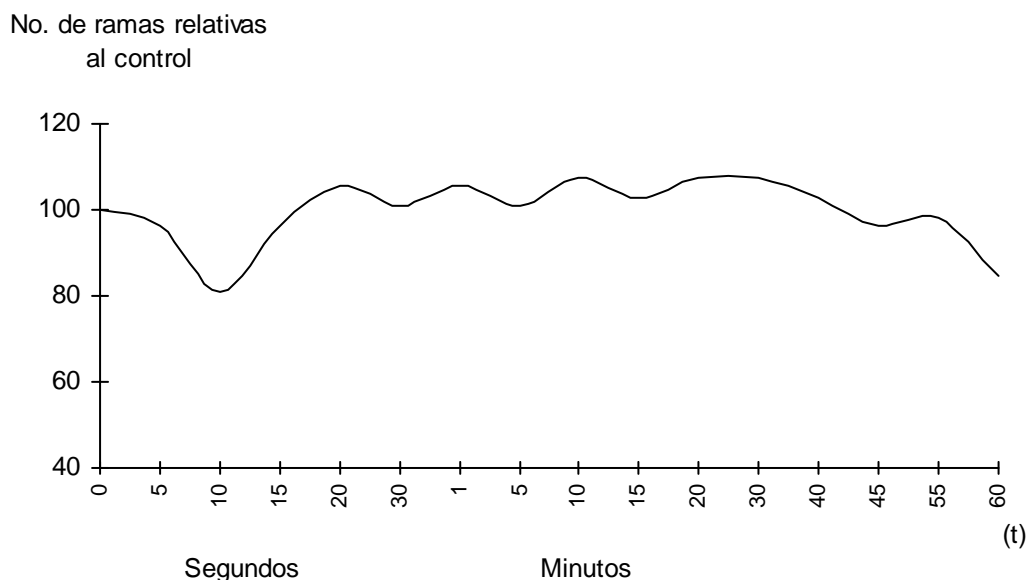


Fig. 2c. Número de ramas de las plantas germinadas a partir de semillas irradiadas (50 % de humedad).

En el presente trabajo se pudo apreciar que la altura de las plantas es un índice fisiológico aceptable (físicamente fotosensible) para estudiar el efecto de la radiación láser He-Ne sobre las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham. Se presentaron dos picos de estimulación que dependieron de la humedad en el momento de la radiación láser y del tiempo a que fueron sometidas; en las semillas que poseían un 27 % de humedad ocurrió una mayor intensidad del estímulo.

## AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Esperanza Seguí por el procesamiento estadístico; Dra. Aleida Labrada e Ing. Giovanni Lajonchere por su ayuda en la interpretación y análisis de los resultados; Ing. Félix Mendoza y técnica Vivian Ávila por la conducción del experimento.

## REFERENCIAS

CASATE, R.; DESOUZA, A.; JIMENEZ, H. & GARCIA, B. 1995a. Efecto del contenido de agua de las semillas sobre la respuesta al tratamiento con radiación láser. En: Resúmenes. V Taller "Las radiaciones y los isótopos en la agricultura" y II Taller "Las técnicas físicas en la agricultura". INIFAT-GIATNA. La Habana, Cuba. p. 8

CASATE, R.; DESOUZA, A.; JIMENEZ, H. & GARCIA, B. 1995b. Influencia de algunos factores físicos sobre la fotosensibilidad láser de semillas de cultivos hortícolas. . En: Resúmenes V Taller "Las radiaciones y los isótopos en la agricultura" y II Taller "Las técnicas físicas en la agricultura". INIFAT-GIATNA. La Habana, Cuba. p. 6

GARCIA, IDANIA & LABRADA, ALEIDA. 1994. Comportamiento de cultivos de interés económico tratados con rayos láser. En: 90 años de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas. Resúmenes. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt". La Habana, Cuba. p. 6

GUARDIA, L.; CASATE, R.; SOUZA, A. de & TAMAYO, E. 1994. Influencia de la irradiación láser de baja potencia en el rendimiento y sus componentes de variedades de cebolla. **Cultivos Tropicales**. 15(3):103

GUARDIA, L.; GONZALEZ, L.M.; LABRADA, ALEIDA & RASSI, JUANA M. 1991. Efecto de la irradiación láser y diferentes factores físicos en el crecimiento de las plántulas de arroz. En: Resúmenes. III Taller "Las radiaciones y los isótopos en la agricultura". La Habana, Cuba. p. 5

GUARDIA, L.; LABRADA, ALEIDA; GONZALEZ, L.M. & PEREZ, ANABEL. 1991. Efecto de

- la radiación láser sobre el crecimiento de plántulas de cultivos de importancia económica. En: Resúmenes. III Taller "Las radiaciones y los isótopos en la agricultura". La Habana, Cuba. p. 45
- HARDING, W.A.T. 1972. The contribution of plant introduction to pasture development in the tropics of Queensland. **Trop. Grassl.** 6:191
- JONES, R.J. 1975. Leucaena establishment studies. **CSIRO. Division of Tropical Agronomy. Annual Report 1974-1975.** p. 10
- MACHADO, R. & NUÑEZ, C.A. 1994a. Caracterización de variedades de Leucaena leucocephala para la producción de forraje. I. Establecimiento. **Pastos y Forrajes.** 17:13
- MACHADO, R. & NUÑEZ, C.A. 1994b. Caracterización de variedades de Leucaena leucocephala para la producción de forraje. II. Variabilidad morfológica y rendimiento. **Pastos y Forrajes.** 17:107
- STWALLEY, W.C. 1991. The future of lasers and laser applications. **J. Iowa Acad. Sci.** 98:79
- TANG, M. 1994. Efecto de la inoculación con Rhizobium en el rendimiento de materia seca, contenido de nitrógeno y nodulación en Leucaena leucocephala cv. CNIA-250. **Pastos y Forrajes.** 17:143
- TANG, M. 1995. Efecto de la inoculación con Azotobacter chroococcum en la germinación y altura de las plántulas en dos leguminosas y dos gramíneas. **Pastos y Forrajes.** 18:145
- RUIZ, T.E. & FEBLES, G. 1987. Establecimiento. En: Leucaena. Una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. (Eds. T.E. Ruíz y G. Febles). EDICA. La Habana, Cuba. p. 77

Recibido el 5 de diciembre de 1995