

EFFECTO DE LA RADIACION LASER EN SEMILLAS
DE *ALBIZIA LEBBECK*. I. FASE DE VIVERO

L. Cepero, A.R. Mesa, Maynelvis García y J. Suárez

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
E-mail: cepero@indio.atenas.inf.cu

Se emplearon semillas de Albizia lebeck recién cosechadas, lo más homogéneas posible en cuanto a tamaño y color, las cuales se dividieron en tres grupos y se redujo su humedad al 10, 13 y 16%, respectivamente; posteriormente se sometieron a la acción de la radiación de un láser de He-Ne, con una longitud de onda de 632,8 nm (rojo) y una potencia de 2 mW. Se utilizaron diferentes tiempos de exposición para cada porcentaje de humedad (15, 20 y 25 segundos y 10, 15 y 20 minutos. Después de irradiadas, las semillas fueron sembradas en bolsas de polietileno que contenían tierra y materia orgánica (cachaza). Las plantas se evaluaron a los 45 días en cuanto a los indicadores fisiológicos siguientes: altura, número de hojas y número de ramas. Las variables estudiadas fueron fotosensibles a la radiación láser, aunque la altura y el número de ramas mostraron la mayor intensidad del estímulo (33,3 y 31,1%). Se observó que las semillas con 10% de humedad e irradiadas durante 20 s mostraron los mejores picos de estimulación para todos los índices fisiológicos estudiados. También se obtuvo una marcada interacción entre los tiempos a que fueron sometidas las semillas a la radiación y el contenido de humedad de estas.

Palabras clave: *Albizia lebeck*, radiación láser, semilla

Newly harvested seeds of Albizia lebeck were used, as homogeneous as possible regarding size and color; they were divided into three groups and their moisture content was reduced to 10, 13 and 16%, respectively, afterwards they underwent the action of a He-Ne laser radiation, with a wavelength of 632,8 nm (red) and a power of 2 mW. Different times of exposition were used for each moisture percentage (15, 20 and 25 seconds and 10, 15 and 20 minutes). After being irradiated, the seeds were sown in polyethylene bags, which contained earth and organic matter (filter cake). The plants were evaluated after 45 days regarding the following physiological indicators: height, number of leaves and number of branches. The variables studied were photosensitive to laser radiation, although the height and the number of branches showed the highest intensity of the stimulus (33,3 and 31,1%). It was observed that the seeds with 10% of moisture content and irradiated during 20 s showed the best peaks of stimulation for all the physiological variables studied. A remarkable interaction was obtained among the times during which the seeds were subjected to radiation and the moisture content of the seeds.

Key words: *Albizia lebeck*, laser radiation, seed

La observación de los efectos biológicos provocados por las radiaciones del campo electromagnético, marca los primeros pasos de la fotobiología con luz coherente en las últimas décadas y en la agricultura se ha incrementado la utilización de la radiación láser (Shimoda, 1997). En este sentido, se ha enfatizado en el estudio y desarrollo de técnicas que contribuyan a mejorar los rendimientos y la calidad de las cosechas agrícolas. A escala mundial se han obtenido muchos resultados que han contribuido a

determinar los regímenes de trabajo de esta técnica física aplicada a la agricultura. Dentro de las longitudes de onda que más se han utilizado en esta rama, se ha podido comprobar que la parte roja del espectro electromagnético influye en el fisiologismo vegetal (Phirke, Kubde y Umbarkar, 1996). También se ha corroborado que no todos los efectos que provoca en el material biológico son los esperados por el hombre; no obstante, el estudio de la técnica hasta la actualidad ha permitido acotar los diferentes factores que

interaccionan en la radiación láser para un mejor manejo.

Esta técnica ha sido aplicada fundamentalmente a cultivos de interés económico en función de la alimentación humana (Guardia, Labrada, González y Pérez, 1991) y en la producción de vitroplantas (Tsuchiya, 1997), pero no en plantas leñosas de interés para la ganadería y la repoblación forestal (Cepero, Martín, Mesa y Castro, 1997).

La especie *Albizia lebbbeck* es de gran interés para los sistemas ganaderos en la actualidad, por su producción de biomasa y calidad, pero presenta como limitante un lento crecimiento en su fase de establecimiento, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la humedad de las semillas y del tiempo de exposición a los rayos láser en el crecimiento y desarrollo de esta especie.

MATERIALES Y METODOS

Procedimiento. Las semillas de *A. lebbbeck* recién cosechadas se seleccionaron por su color y tamaño, de forma tal que fueran lo más homogéneas posible, y se escarificaron con agua a 80°C durante 2'. Posteriormente se dividieron en tres grupos: al primero se le redujo la humedad al 16%, al segundo al 13% y al tercero al 10%, en una cámara de desecación. Después se sometieron a diferentes tiempos de exposición a los rayos láser, previamente seleccionados en laboratorio (Cepero, L.; Mesa, A.; García, Maynelvis y Suárez, J., inédito). Para la siembra se empleó el método de Sandwich (Labrada, Pérez Talavera y Moya, 1983).

El láser empleado fue de He-Ne, con una potencia de 2 mW, el cual 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 fue de 0,9 mW/cm².

Una vez irradiadas, las semillas se sembraron en bolsas de polietileno de 10 cm de diámetro y 35 cm de altura, con un volumen de 2 747,5 cm³ de tierra. Se utilizó un suelo

Ferralítico Rojo (perturbado) mezclado con materia orgánica (cachaza) al 30%.

Tratamientos y diseño. Los tratamientos consistieron en diferentes por cientos de humedad (10, 13 y 16%) y tiempos de exposición a la radiación láser (0, 15, 20 y 25 s; 10, 15 y 20 min). Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial y veinte réplicas. A los 45 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, terciarias) y número de ramas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se puede observar la influencia de la radiación láser en las semillas de *A. lebbbeck*; los tiempos de exposición y la humedad de las semillas mostraron diferencias significativas para todos los índices fisiológicos estudiados y la interacción también fue significativa ($P < 0,01$). En otras especies arbóreas, como *Leucaena leucocephala*, no se ha obtenido una marcada interacción entre estos dos factores (Cepero *et al.*, 1997), ya que solo fue significativa para el número de hojas. Esto pudiera estar dado por la capacidad que tienen las especies de responder a un mismo tratamiento de forma diferente, ya sea por su constitución fisiológica o sus propios mecanismos de germinación y crecimiento (Casate, Souza, Jiménez y García, 1995). Por otra parte, Cholakov (1997) señaló que la humedad de las semillas es un factor que se debe considerar en cualquier tratamiento de presembrado, debido a la influencia que ejerce en su estatus fisiológico.

Este criterio es válido, debido a que el agua forma parte de la bioestructura de las plantas, además de que posee buenas características ópticas, por lo que debe tener influencia en su nivel de saturación energética. Teniendo en consideración estos elementos y que las radiaciones ópticas tienen una capacidad de penetración débil, los mecanismos de esta interacción se basan en los principios de fotorreceptor y la transformación de la energía lumínica.

La altura de las plantas (fig. 1) manifestó la mayor intensidad del estímulo (33,3% por encima del control) cuando las semillas se

sometieron a 20 s de radiación láser con un 10% de humedad. Esto corrobora lo planteado por otros autores como Guardia, González, Labrada y Rassi (1991); Guardia, Casate, Souza y Tamayo (1994) y García y Labrada (1994), quienes obtuvieron los valores máximos de estimulación en el rango de los segundos para otros cultivos. También la

calidad de la luz, en este caso la emitida por un láser (monocromática y coherente), produce una mayor eficiencia de los procesos fotoeléctricos que ocurren en las plantas e incrementa la fotosíntesis; estos fenómenos pudieran incrementarse, teóricamente, hasta un 60% (Tazawa, 1999).

Tabla 1. Análisis de varianza para los diferentes índices fisiológicos estudiados.

Índice fisiológico	Fuente de variación	GL	CM	Prob.
Altura	Tiempo de irradiación (T)	6	109,98	0,0023**
	Humedad (H)	2	815,03	0,0000***
	Interacción (T x H)	12	140,29	0,0000***
	Error	208	31,31	
Número de hojas	Tiempo de irradiación (T)	6	146,99	0,0009***
	Humedad (H)	2	2 687,82	0,0000***
	Interacción (T x H)	12	127,04	0,0001***
	Error		38,56	
Número de ramas	Tiempo de irradiación (T)	6	17,03	0,0001***
	Humedad (H)	2	298,69	0,0000***
	Interacción (T x H)	12	17,09	0,0000***
	Error	208	3,70	

**P<0,01

***P<0,001

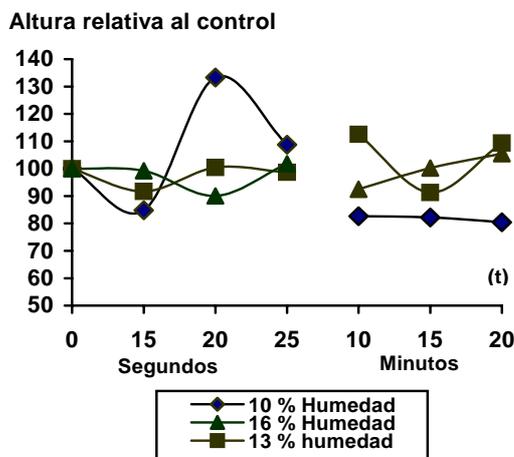


Fig. 1. Altura de las plantas germinadas a partir de semillas irradiadas con láser.

También en la figura 1 se observa que hubo un desplazamiento en los máximos de estimulación a medida que el contenido de agua en las semillas fue mayor: para 13% de humedad se presentó a los 10 min (12,5% superior al control) y para 16% de humedad a los 20 min (5,4% superior al control), o sea, el estímulo se fue atenuando a medida que se incrementaba la humedad de las semillas.

Casate *et al.* (1995) obtuvieron resultados similares cuando estudiaron el efecto del contenido de agua de las semillas en la respuesta al tratamiento con radiación láser.

La altura mostró diferencias de acuerdo con los tiempos de exposición a la radiación láser y se formaron tres grupos homogéneos (tabla 2). Los mejores tiempos de irradiación fueron 20 y 25 s, que no difirieron significativamente entre sí. El otro grupo, que difirió significativamente del anterior, estuvo formado por el testigo, 15 s, 10 min y 20 min; el tercer grupo incluyó las plantas irradiadas durante 15 min.

En la tabla 3 se muestra que la altura no difirió significativamente entre 13 y 16% de humedad, pero hubo diferencias con relación a 10% de humedad, lo que indica que para el índice fisiológico altura de las plantas hay que tener en cuenta no solo el tiempo de exposición de las semillas a la radiación láser, sino también su humedad en el momento de irradiarlas.

En cuanto al número de hojas (fig. 2), se obtuvo un máximo de 13% por encima del control para las semillas con 20 s de exposición y 10% de humedad, por lo que mantuvo una correspondencia con la altura de

las plantas (fig. 1). Para este mismo contenido de humedad se presentó una inhibición de este índice cuando se irradió durante 10, 15 y 20 min, al igual que en la altura.

Tabla 2. Grupos homogéneos en la altura de las plantas, según el nivel de significación, para los diferentes tiempos de irradiación

Tiempo de irradiación	CM	LS media	Grupos homogéneos
20 s	277	5,904 63	X
25 s	233	6,796 7	XX
20 min	242	6,990 19	XX
Testigo	138	7,070 06	XX
10 min	279	7,329 02	XX
15 s	253	7,546 8	XX
15 min	310	7,851 15	X

Tabla 3. Grupos homogéneos en la altura de las plantas, según el nivel de significación, para las diferentes humedades.

Humedad (%)	CM	LS media	Grupos homogéneos
16	539	6,190 45	X
13	721	6,486 92	X
10	472	8,533	X

Para los demás contenidos de humedad hubo dos picos de máxima estimulación en los segundos: en el caso de 13% de humedad se presentó a los 15 s (11,7% de estímulo por encima del control) y en 16% de humedad a los 25 s (9,4% superior al control). El máximo de estimulación para los minutos coincidió en las diferentes humedades con el mismo tiempo de exposición y la intensidad del estímulo fue de 9,6%.

En la tabla 4 se puede observar la distribución de los diferentes tiempos de exposición por grupos de significación; hubo tres grupos fundamentales y de ellos solo dos tiempos (20 s y 15 min) de irradiación no se solaparon con los demás. El testigo estuvo incluido en el segundo grupo, junto a los tiempos 15 s, 25 s, 10 min y 20 min.

El número de hojas, según las diferentes humedades, se distribuyó en dos grupos homogéneos: en el primero se agruparon las semillas que tenían un 10% de humedad y en el segundo las de 13 y 16% de humedad (tabla 5).

En la figura 3 se observa la influencia del tiempo de exposición a la radiación láser y

el contenido de humedad de las semillas en el número de ramas de las plantas. La mayor intensidad del estímulo (31,1% por encima del control) se obtuvo cuando las semillas poseían una humedad del 10% y un tiempo de exposición de 25 s. A medida que se aumentó la humedad (13 y 16%) la intensidad del estímulo (15,5 y 16,1% por encima del control, respectivamente) no difirió significativamente. Para 15 s de irradiación y para los minutos, en sentido general, se notó una inhibición con respecto al control, lo que sugiere una foto-resistencia de este índice fisiológico, ya que no pudo recuperarse del efecto de las radiaciones.

La distribución de los grupos homogéneos para los diferentes tiempos de exposición en cuanto al número de ramas se presenta en la tabla 6. Hubo solo dos grupos homogéneos, uno para los 20 s y el otro para los demás tiempos de exposición, incluyendo al testigo que no difirió de estos significativamente.

En la tabla 7 se observa que, según las diferentes humedades, el número de ramas se localizó en tres grupos homogéneos, lo

que significa que cualquier cambio en la humedad provoca un efecto diferente en este índice fisiológico; el 13% de humedad

fue el de mayor efecto, seguido por el de 16% y después el de 10%.

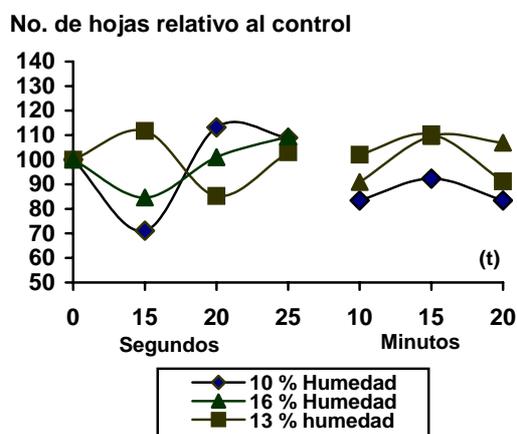


Fig. 2. Número de hojas de las plantas germinadas a partir de semillas irradiadas con láser.

Tabla 4. Grupos homogéneos en el número de hojas, según el nivel de significación, para los diferentes tiempos de exposición.

Tiempo de irradiación	CM	LS media	Grupos homogéneos
20 s	277	5,888 22	X
25 s	233	6,757 2	XX
10 min	279	7,291 61	XX
20 min	242	7,348 62	XX
15 s	253	7,555 06	XX
Testigo	138	7,789 96	XX
15 min	310	8,141 59	X

Tabla 5. Grupos homogéneos en el número de hojas, según el nivel de significación, en las diferentes humedades.

Humedad (%)	CM	LS media	Grupos homogéneos
13	721	5,760 06	X
16	539	6,048 24	X
10	472	9,902 54	X

Tabla 6. Grupos homogéneos en el número de ramas, según el nivel de significación, para los diferentes tiempos de exposición.

Tiempo de irradiación	CM	LS media	Grupos homogéneos
20 s	277	2,420 2	X
25 s	233	2,860 36	X
20 min	242	2,867 19	X
15 s	253	2,979 26	X
10 min	279	3,001 96	X
15 min	310	3,173	X
Testigo	138	3,175 74	X

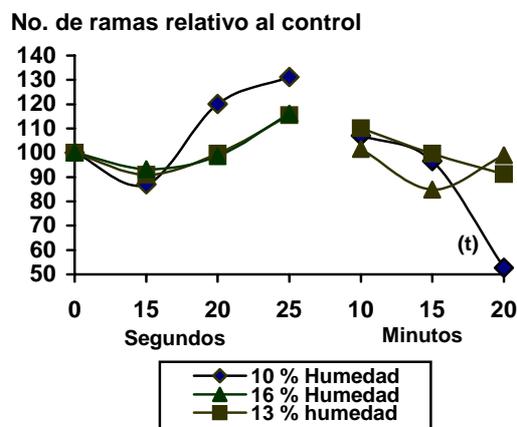


Fig. 3. Número de ramas de las plantas germinadas a partir de semillas irradiadas con láser.

Tabla 7. Grupos homogéneos en el número de ramas, según el nivel de significación, para las diferentes humedades.

Humedad (%)	CM	LS media	Grupos homogéneos
13	721	2,348 13	X
16	539	2,615 96	X
10	472	3,773 31	X

La interacción entre los factores humedad y tiempo de exposición de las semillas a la radiación láser produce un efecto en el crecimiento de las plántulas, lo que pudiera deberse al posible incremento en su actividad fotosintética y respiratoria. Así Cholakov (1997), al emplear este tipo de radiación en semillas de pepino, logró un incremento en la síntesis de fitomasa y en el contenido de clorofila de esta especie. En el presente experimento se obtuvo una marcada interacción entre dichos factores, lo cual estimuló los índices fisiológicos estudiados.

REFERENCIAS

Casate, R.; Souza, A. de; Jiménez, H. & García, B. 1995. 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

Cepero, L.; Martín, G.; Mesa, A.R. & Castro, P. 1997. Efecto de la radiación láser He-Ne sobre

semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. **Pastos y Forrajes**. 20:125

Cholakov, D. 1997. Radiobiological effect by presowing laser irradiation of cucumber seeds with different humidity. VI International Symposium on Nuclear and Related Techniques in Agriculture, Industry, Health and Environment. III Workshop on Nuclear Physics. La Habana, Cuba

García, 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 la Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt". La Habana, Cuba. p. 6

Guardia, L.; Casate, R.; Sousa, 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**. 15:103

Guardia, L.; González, L.M.; Labrada, Aleida & Rassi, Juana M. 1991. Efecto de la irradiación láser sobre 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; González, L.M. & Pérez, 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
- Labrada, Aleida; Pérez Talavera, Susana & Moya, C. 1983. Método modificado de Sandwich para el cultivo de plántulas en condiciones de laboratorio y casa de cristal. **Ciencias de la Agricultura**. 15:131
- Phirke, P.S.; Kubde, A.B. & Umbarkar, S.P. 1996. The influence of magnetic field on plant growth. **Seed Sci. and Technol.** 24:375
- Shimoda, K. 1997. Actual situation of laser. **J. Jpn. Optronics**. 1:238
- Tazawa, S., 1999. Effects of various radiant sources on plant growth (Part 1). **JARQ**. 33:163
- Tsuchiya, H. 1997. Application of red laser diode as a light source of plant production. **Rev. Jpn. Laser Eng. Laser Sci.** 25 (12):841

Recibido el 6 de septiembre del 2001

Aceptado el 15 de mayo del 2002