

ESTIMULACION DEL CRECIMIENTO DE *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham CON RAYOS GAMMA DE COBALTO 60

L. Cepero, A.R. Mesa, G. Lajonchere y Marlene Prieto

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Central España Republicana CP 44280, Matanzas, Cuba**

Con el objetivo de determinar el efecto de la radiación en el crecimiento de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, se sometieron semillas recién cosechadas de esta especie, seleccionadas por su color y tamaño, a diferentes dosis de ^{60}Co con una fuente MPX-25M y una potencia de 0,21 Gy, a una temperatura ambiental de 18°C. Los tratamientos fueron dosis de radiación desde 0 hasta 500 Gy y se le aplicó a las semillas después de escarificadas con agua caliente a 80°C, las cuales contenían un 12 % de humedad. Se utilizaron 10 réplicas y se sembraron en un sistema Sandwich. A los 21 días de sembradas se midió la germinación, la altura de la plántula y el largo de la raíz. La germinación fue muy baja en todos los tratamientos, incluyendo al control; el menor porcentaje se obtuvo con las dosis de 80 y 200 Gy; no se pudo determinar el efecto de la radiación en este indicador debido a la capacidad germinativa de las semillas. La altura de la plántula presentó su máxima estimulación en las dosis de 150 y 180 Gy, con un 23 % superior al control. El largo de la raíz se incrementó entre el 5 y 10 % con las dosis de 150 y 180 Gy. Se concluye que las dosis de radiaciones gamma de ^{60}Co en las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham producen un estímulo del crecimiento tanto de la parte aérea como subterránea.

Palabras clave: Cobalto 60, crecimiento, *Leucaena leucocephala*

With the objective of determining the effect of radiation on the growth of *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, newly harvested seeds of this species, selected by their color and size, were subject to different doses of ^{60}Co with a source MPX-25M and a potency of 0,21 Gy, at an environment temperature of 18°C. The treatments were radiation doses from 0 to 500 Gy and the radiation was applied to the seeds, which had 12 % of moisture, after being scarified with hot water at 80°C. Ten replications were used and sown in a Sandwich system. After 21 days of sowing, germination, seedling height and root length were measured. Germination was very low in all the treatments, including the control; the lowest percentage was obtained with the doses of 80 and 200 Gy. The effect of radiation on this indicator could not be determined due to the germinating capacity of the seeds. Seedling height showed its maximum stimulation in the doses of 150 and 180 Gy, with a 23 % higher than the control. Root length increased between 5 and 10 % with the doses of 150 and 180 Gy. The doses of ^{60}Co gamma radiations on *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham seeds are concluded to produce a stimulus on the growth of the aerial as well as the underground parts.

Key words: Cobalt 60, growth, *Leucaena leucocephala*

Las radiaciones ionizantes producen efectos de estimulación y mutagénesis en el material biológico. Körösi y Pal (1987), entre otros autores, han comprobado que éstas actúan en diferentes procesos fisiológicos, como la germinación, el crecimiento y el desarrollo de las plantas, acelerándolos o retardándolos de acuerdo con el nivel de absorción de energía, la composición química del material vegetal y el tipo de energía, entre otros factores físico-químico-biológicos (Körösi y Pal, 1989).

Cuando el material vivo es sometido a bajas dosis de radiaciones ionizantes, esto provoca un estímulo en algunos índices fisiológicos (Labrada y Pérez, 1983; Körösi y Pal, 1989), y muchos autores recomiendan la altura de las plantas como el índice que mejor muestra este efecto (Labrada y Pérez, 1983; Cruz, Herrera, Padrón, Martínez, Monzote, Tuero y García, 1991).

Los efectos posirradiativos, como producto del estudio de la radiosensibilidad, son una de las vías para determinar la dosis que ejerce un mayor estímulo en la altura de las plantas. En las especies arbóreas de interés para la ganadería estos estudios tienen gran importancia, ya que el crecimiento en sus primeros estadios es lento y esto retarda, en general, la explotación de los sistemas silvopastoriles.

Leucaena leucocephala cv. Cunningham es una leguminosa promisoría para la ganadería tropical, especialmente para la implantación de los nuevos sistemas de producción. Por sus características posee ventajas con relación a otras leguminosas utilizadas con este mismo fin (Machado y Núñez, 1994), aunque presenta como limitante el lento crecimiento en su fase de establecimiento.

No pocos autores han tratado de contrarrestar estas limitantes (Jones, 1975) utilizando diversas alternativas: agentes químicos, como los fertilizantes inorgánicos; agentes biológicos, como la inoculación con cepas específicas de *Rhizobium* (Tang, 1994) y *Azotobacter* (Tang, 1995); y agentes físicos, como es el caso de las radiaciones láser He-Ne (Cepero, Martín, Mesa y Castro, 1997).

Es por ello que el objetivo de este trabajo fue determinar la dosis de radiación de ^{60}Co , capaz de estimular el crecimiento en *L. leucocephala* cv. Cunningham, así como la mejor función que describe este proceso en la zona de radioestimulación.

MATERIALES Y METODOS

Procedimiento. Se emplearon semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham recién cosechadas, seleccionadas por su color y tamaño para lograr una mayor uniformidad; estas se escarificaron y su humedad se redujo hasta un 12 %. Posteriormente el material biológico en estas condiciones fue sometido a rayos gamma de ^{60}Co provenientes de una fuente MPX- 25 M con una potencia de 0,21 Gy a una temperatura de 18°C.

Tratamientos. Se utilizaron 10 tratamientos, los cuales consistieron en aplicar dosis crecientes de rayos gamma: 0, 20, 80, 100, 150, 180, 200, 260, 340 y 500 Gy, con 100 semillas cada uno. Después de irradiadas, las semillas se sembraron utilizando el método Sandwich modificado por Labrada y Pérez (1983), con 10 réplicas por cada tratamiento.

Mediciones. A los 21 días después de la siembra se evaluaron los siguientes índices fisiológicos: germinación, altura de las plántulas (desde la base del tallo hasta la yema terminal) y largo de la raíz. Estos fueron expresados como porcentaje con respecto al control.

Análisis estadístico. Para determinar la radiosensibilidad en la zona de estimulación se empleó un análisis de regresión lineal entre los valores de las dosis aplicadas como variable independiente (x) y los valores de las medias de la altura expresados en valores relativos al control (y), con lo cual se obtuvo, además de la función de regresión, los coeficientes de correlación (r) y de determinación (r^2). La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Duncan (1955).

RESULTADOS Y DISCUSION

La germinación en todos los tratamientos fue muy baja, incluso en el control (47 %). Las dosis de 80 y 200 Gy presentaron el valor mínimo de semillas germinadas (35 y 34 %) y difirieron del control ($P<0,01$), al igual que las dosis de 100, 260 y 500 Gy donde la germinación varió entre un 38 y 39 % (tabla 1); mientras que los demás valores no difirieron significativamente.

Tabla 1. Comportamiento de la germinación por tratamientos.

Tratamientos (Gy)	0	20	80	100	150	180	200	260	340	500
Germinación (%)	47 ^a	47 ^a	35 ^c	38 ^{bc}	42 ^{ab}	42 ^{ab}	34 ^c	39 ^{bc}	50 ^a	39 ^{bc}
ES \pm										

a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren a $P<0,05$ (Duncan, 1955)

*** $P<0,001$

Estos resultados permiten valorar que además del efecto radioactivo pudieron influir en este proceso otros aspectos, tales como las bajas temperaturas durante el período experimental; la temperatura mínima promedio durante el proceso de germinación fue de 13,1°C y la máxima de 26,5°C (media diaria de 18,4°C), aspecto que al parecer influyó notablemente de forma negativa en el comportamiento germinativo de esta especie. Navarro y González (2001) obtuvieron resultados similares en *Albizia lebbbeck*, donde la temperatura influyó marcadamente en la germinación, la cual se inhibió notablemente en la medida que esta era menor.

En este experimento no se pudo corroborar el efecto de la radiación en la germinación debido a la temperatura. Además, la propia capacidad germinativa de las semillas no permitió evaluar la influencia de la radiación en este indicador. Resultados similares obtuvieron Martín, Labrada, Restoy y Suárez (1989) en *Teramnus labialis*.

El largo de la raíz es un índice que se manifestó sensible a la radiación de ^{60}Co , como se puede apreciar en la figura 1. En las dosis menores se notó una inhibición entre un 5 y 10 % con respecto al control y en las dosis mayores (150 y 180 Gy) hubo una estimulación de un 5 y 10 % superior al control, lo que coincide con lo informado por Körösi y Pal (1989) al irradiar semillas de chícharo (*Pisum sativum*).

Además, con dosis superiores a los 200 Gy este indicador decreció marcadamente a medida que aumentaron las dosis de radiación a que fueron sometidas las semillas; estos resultados sugieren que el largo de la raíz pudiera considerarse como un indicador radiosensible, al menos en esta especie.

La altura de las plántulas de esta especie presentó su máxima estimulación en las dosis de 150 y 180 Gy, con un 23 % superior al control, y comenzó a disminuir con el aumento de las dosis (fig. 2).

Este índice fisiológico mostró una mayor intensidad en el estímulo con respecto al largo de la raíz, pero con una mayor amplitud en la zona de estimulación, ya que en este caso varió entre 10 y 260 Gy.

La dosis de máxima estimulación estuvo cercana a la obtenida por Cruz et al. (1991) cuando irradiaron *L. leucocephala* cv. Perú, quienes lograron un 21 % de estimulación. De esta forma se corrobora que tanto el cultivar como las condiciones bajo las cuales se desarrolló el experimento influyeron en la radiosensibilidad del material biológico.

La altura de las plántulas y el largo de la raíz resultaron los índices fisiológicos más estimulados por el efecto de las radiaciones, ambos entre las dosis de 150 y 180 Gy, cercanas a las obtenidas por Cruz et al. (1991) en otro cultivar de la misma especie.

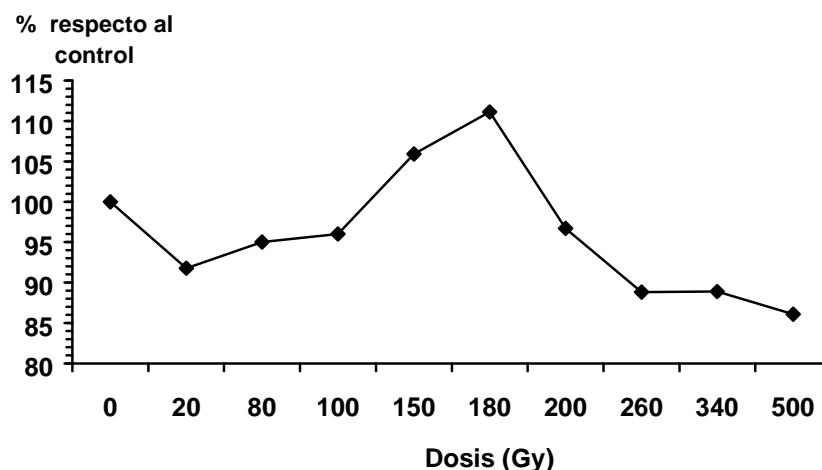


Fig. 1. Largo de la raíz de semillas germinadas e irradiadas con ^{60}Co .

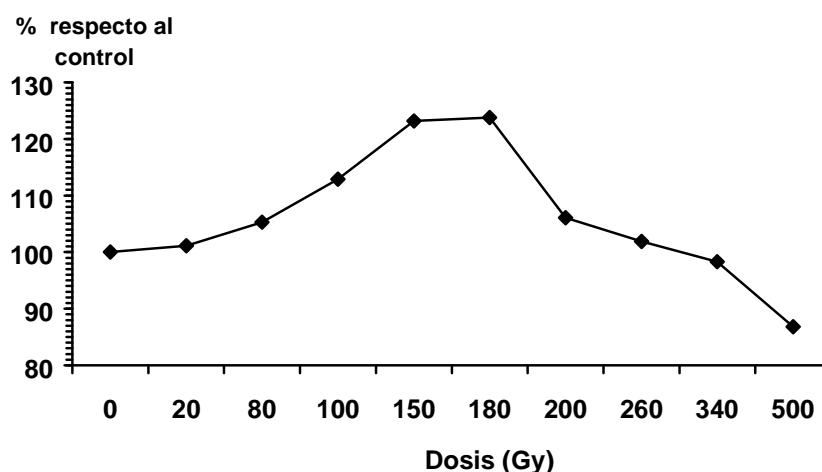


Fig. 2. Altura relativa al control de las plántulas germinadas de semillas irradiadas con bajas dosis de ^{60}Co .

Los rangos de las dosis aplicadas en este caso permitieron conocer el efecto biológico de las radiaciones gamma para estimular el crecimiento de la raíz y la altura de las plántulas. Sólo en el caso de la altura se notó una mayor intensidad del estímulo y la zona de máxima estimulación coincidió para ambos índices fisiológicos medidos en el experimento.

En el estudio de la radioestimulación para este carácter (altura) se determinó, mediante una regresión, la ecuación que mejor caracterizó esta zona (ecuación 1) y los parámetros que la forman (tabla 2), así como los valores de r y r^2 .

$$Y_1 = a_0 + a_1 \times X + a_2 \times X^2 + a_3 \times X^3$$

Esta ecuación en el intervalo analizado ($0 \leq X, \leq 500$) presenta un máximo de estimulación, dado por la ecuación de regresión lineal 1 que describe la zona de radioestimulación y no difiere significativamente del valor práctico.

Con ayuda de dicha ecuación en condiciones de laboratorio se pudiera extender a campo el resultado de este trabajo, de forma similar a la empleada por Pérez, Labrada y González (1993) en el INIFAT para obtener radiomutagénicos en algunos cultivos de interés agrícola y por González y Pérez (1997), lo que permite alcanzar resultados rápidamente y pudiera ser útil en estudios de estimulación con este tipo de fuente.

Se concluye que las dosis de radiaciones gamma de ^{60}Co en las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham provocan un estímulo del crecimiento de la parte radical de las plantas, así como de su parte aérea, y que la intensidad del estímulo se acentúa más en esta última, que en ocasiones es superior al 23 % con respecto al control. Las dosis de mayor estimulación para ambos índices fisiológicos se encuentran entre 150 y 180 Gy.

Tabla 2. Parámetros que caracterizan la ecuación.

Parámetro	Valor	Sd
a0	96,938	5,445
a1	0,299	0,110
a2	$-0,139 \times 10^{-2}$	$0,058 \times 10^{-2}$
a3	$1,515 \times 10^{-6}$	$7,872 \times 10^{-7}$
r = 0,8662		
r ² = 0,7504		
sd = 6,9559		
P < 0,01		

REFERENCIAS

- 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
- Cruz, R.; Herrera, R.S.; Padrón, E.; Martínez, R.O.; Monzote, Marta; Tuero, R. & García, M. 1991. Efecto de las radiaciones gamma en los pastos *Pennisetum purpureum* vc. King grass, *Cynodon nlemfuensis* vc. jamaicano y *Leucaena leucocephala* vc. Perú. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 25:305
- González, L.M. & Pérez, S. 1997. Mejoramiento genético en arroz para la tolerancia a la salinidad a través de la radioinducción de mutaciones. **Nucleus**. 23:2
- Jones, R.J. 1975. Leucaena establishment studies. CSIRO. Division of Tropical Agronomy. Annual report 1974-1975. p. 10
- Körösi, F. & Pal, I. 1987. The effect of ionizing irradiation on plant organism. I. A review. **Bull. of the Univ. of Agric Sci. Gödöllő**. 1:23
- Körösi, F. & Pal, I. 1989. The effect of ionizing irradiation on plant organism. IV. A possible manifestation of the stimulating effect of Gamma (^{137}Cs) irradiation on peas. **Bull. of the Univ. of Agric. Sci. Gödöllő**. 1:31
- Labrada, R.A. & Pérez, S. 1983. Método modificado de Sandwich para la siembra de semillas en condiciones de laboratorio y casa de cristal. **Ciencias Agrícolas**. 15:131

- Martín, G.; Labrada, Aleida; Restoy, E. & Suárez, Belkis. 1989. Resultados preliminares de la utilización de rayos Gamma de Co⁶⁰ en *Teramnus labialis*. **Pastos y Forrajes**. 12:135
- Machado, R. & Nuñez, C.A. 1994. Caracterización de variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje. I. Establecimiento. **Pastos y Forrajes**. 17:13
- Navarro, Marlen & González, Yolanda; 2001. Capacidad germinativa de las semillas de *Albizia lebbbeck* (L) Benth. I. Dinámica y variabilidad. **Pastos y Forrajes**. 24:217
- Pérez, Susana; Labrada, Aleida & González, L.M. 1993. Dosis de radiaciones Gamma útiles para el mejoramiento genético del arroz por radioinducción de mutaciones en Cuba. **Centro Agrícola**. 1:47
- 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

Recibido el 21 de junio del 2000
Aceptado el 15 de mayo del 2001