

ESTUDIO DE RADIOSENSIBILIDAD Y SELECCIÓN DEL RANGO DE DOSIS ESTIMULANTES DE RAYOS X EN CUATRO VARIEDADES DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)

R. Ramírez[✉], L. M. González, Y. Camejo, Nircia Zaldívar y Y. Fernández

ABSTRACT. Seeds of four commercial tomato varieties: Lignon, INCA 9-1, Tropical Mallac-10 and Campbell 28 were exposed to X-rays source (0-800 Gy) to determine the radiosensitivity and interval of stimulant doses for these varieties. The X-rays source used was a superficial therapy source with a work regime of 55 KV and 30 mA for a dose power of 11.47 Gy/min. The percentage of seed germination was evaluated after seven days and root length, seedling height and stem diameter after 15 days. Seedling survival was determined after 15 days too; regression equations between the applied X-rays doses and radiosensitivity parameter evaluated were established, determining 50 % reduction seedling height doses and the mean lethal dose. Results showed intervals of doses by regions for each variable and variety studied with higher differences in the radiostimulation, transition and radioinhibition regions. Doses between 5-75 Gy had a radiostimulant effect on seedling height while those between 5-25 Gy on root length. Doses between 5-25 Gy were recommended for productive practice.

RESUMEN. El trabajo se realizó con el objetivo de determinar la radiosensibilidad y el intervalo de dosis estimulantes de rayos X en cuatro variedades comerciales de tomate: Lignon, INCA 9-1, Tropical Mallac-10 y Campbell 28, las cuales fueron tratadas con rayos X (0-800 Gy) en una fuente para terapia superficial, con un régimen de trabajo de 55 KV y 30 mA y una potencia de dosis de 11.47 Gy/min. A los siete días de la siembra, se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas y a los 15 días la altura de las plántulas, la longitud de la raíz y el diámetro del tallo, los que fueron expresados como porcentaje del control. Se determinó además la supervivencia de las plántulas a los 15 días y se establecieron ecuaciones de regresión entre las dosis aplicadas y los indicadores de radiosensibilidad, y se calcularon las dosis que disminuyen la altura de las plantas a un 50 % y la dosis media letal. Se presentan los intervalos de dosis por regiones para cada variable y variedad estudiada, donde se aprecian variaciones acentuadas en la región de radioestimulación, transición o radioinhibición en dependencia de la variable en cuestión. Se constató, además, que las dosis comprendidas entre 5-75 Gy tuvieron un efecto radioestimulante para la altura de las plantas y entre 5 y 25 Gy para la longitud de la raíz en las cuatro variedades estudiadas por lo que se recomienda para la práctica productiva las dosis de 5-25 Gy.

Key words: radiosensitivity, stimulants, tomato, X-rays

Palabras clave: radiosensibilidad, estimulantes, tomate, rayos-X

INTRODUCCIÓN

A pesar de que la radiosensibilidad en las plantas comenzó a ser estudiada desde 1895, año en que fueron descubiertos los rayos X, actualmente continúa siendo un paso inviolable para la aplicación de cualquier técnica de irradiación, si se considera la respuesta diferenciada que posee de manera general el reino vegetal ante diferentes dosis de irradiación y la influencia de diversos factores que modifican su acción biológica.

La aplicación a las semillas de rayos X o gamma como agentes estimulantes, constituye una técnica con reconocidas ventajas en el incremento del rendimiento y la calidad de las cosechas, en numerosos países del mundo (1, 2). En Cuba, debe ser considerada una técnica novedosa, ya que no se cuenta aún con estudios profundos sobre la selección de dosis estimulantes que permitan recomendar su introducción a la práctica agrícola.

Su aplicación en la agricultura cubana pudiera constituir una alternativa viable para elevar los rendimientos y la calidad de las cosechas en diferentes cultivos agrícolas, entre estos el tomate, que a pesar de ser uno de los más estudiados en Cuba, los rendimientos que se obtienen son bajos, debido a las desfavorables condiciones climáticas que prevalecen en nuestro país, que distan mucho de sus exigencias ecológicas (3).

R. Ramírez, Investigador Auxiliar; Y. Camejo y Y. Fernández, Investigadores, del Centro de Investigaciones, Servicios y Tecnologías Ambientales; Dr.C. L. M. González, Investigador Titular del Laboratorio de Técnicas Nucleares; Nircia Zaldívar, Investigador Agregado del Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Gaveta Postal 2140, Bayamo, Granma

✉ rramirez@dimitrov.granma.inf.cu

No obstante, para el empleo exitoso de la radioestimulación, es necesario estudiar previamente la radiosensibilidad de las variedades a emplear y determinar el rango de dosis estimulantes, que constituyen el objetivo de este trabajo y un primer paso para el establecimiento de una metodología que permita la introducción de esta técnica en la agricultura cubana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se desarrollaron en el Laboratorio de Técnicas Nucleares del Instituto de Investigaciones Agropecuarias «Jorge Dimitrov», provincia Granma. En el estudio se seleccionaron semillas de cuatro variedades comerciales de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill): Lignon, INCA 9-1, Tropical Mallac-10 y Campbell 28, las que fueron tratadas con rayos X, en una fuente de rayos X para terapia superficial, marca Philips, con un régimen de trabajo de 55 KV y 30 mA, un filtro de aluminio de 0.75 mm y una potencia de dosis de 11.47 Gy/min con una temperatura de $24 \pm 1^\circ\text{C}$.

Las semillas usadas procedían de la cosecha anterior y 72 horas antes de la irradiación se les equilibró la humedad en un intervalo de 12-13 % en una desecadora que contenía una solución de glicerina al 70 %.

Para el estudio de radiosensibilidad, las semillas irradiadas con las dosis 5, 10, 15, 20, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 Gy y un control sin irradiar fueron sembradas en condiciones de laboratorio, en una meseta de germinación con una intensidad luminosa de 3 000 lux y ciclos de luz de 12 horas y en cámara húmeda con 10 mL de agua destilada, utilizando cinco réplicas por tratamiento de 20 semillas cada una. En todas las variantes experimentales se aplicó un diseño completamente aleatorizado.

A los siete días de la siembra, se evaluó el porcentaje de germinación de las semillas, y a los 15 días la altura de las plántulas (mm), la longitud de la raíz (mm) y el diámetro del tallo (mm), los que fueron expresados como porcentaje del control. Se determinó además la supervivencia de las plántulas al final de la experiencia (15 días). Los resultados obtenidos se procesaron por un análisis de varianza de clasificación simple y las medias se compararon por la prueba de Newman-Keuls (4).

Se establecieron, además, ecuaciones de regresión entre las dosis aplicadas y los indicadores de radiosensibilidad, y se calcularon las dosis que disminuyen la altura de las plantas a un 50 % (GR_{50}) y la dosis media letal (DL_{50}); además, se determinaron para cada indicador y variedad las regiones de radioestimulación, transición y radioinhibición. La primera se determinó considerando el rango de dosis que incrementa significativamente los indicadores de radiosensibilidad evaluados, con respecto al control; la segunda a partir de la última dosis estimulante hasta la dosis que reduce el indicador evaluado al 50 %; y la región de radioinhibición, la que condujo a disminuciones mayores del 50 % de los indicadores de radiosensibilidad (5, 6). Todos los análisis

estadísticos se realizaron con el paquete *Statistica for Windows* (7).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos fisiológicos provocados por las radiaciones ionizantes en las plantas, se manifiestan primeramente en la germinación y el crecimiento de las plántulas en correspondencia con las dosis de radiaciones absorbidas (8, 9, 10). No obstante, en esta experiencia el efecto sobre la germinación de las semillas se pudo apreciar en las cuatro variedades con dosis superiores a los 500 Gy, a partir de la cual se inicia una disminución progresiva y significativa hasta alcanzar el valor mínimo (23 %) con la dosis absorbida de 800 Gy (Figura 1).

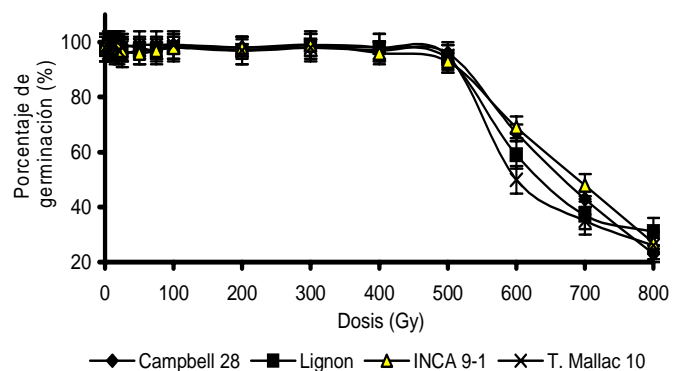


Figura 1. Influencia de la irradiación sobre el porcentaje de germinación de las semillas en plantas de tomate

Esta disminución de la germinación a altas dosis de radiaciones coincide con otros planteamientos (11, 12) en otras variedades de tomate y cultivos agrícolas (13, 14, 15). A diferencia de algunos datos informados en la literatura (16, 17, 18), no se observó efecto estimulante en la germinación de las semillas tratadas con bajas dosis de irradiación, debido a que se emplearon en los experimentos semillas con un alto porcentaje de germinación (98-100 %), lo que coincide con resultados publicados (19, 20, 21), donde se plantea que las semillas con alto poder germinativo reaccionan de forma débil al tratamiento con métodos físicos y que la estimulación de este indicador, generalmente se logra cuando las semillas presentan problemas de dormancia o están sometidas a condiciones estresantes que retrasan o inhiben su germinación.

Luego de germinadas las semillas, se observó una disminución en el porcentaje de supervivencia de las plántulas con el incremento de las dosis de rayos X a partir de los 200 Gy, disminuyendo hasta cero este indicador con dosis de 550 Gy (Figura 2). A pesar de que se produce la emisión de la radícula y, en algunos casos, la aparición de los cotiledones, el efecto de las altas dosis de rayos X fue drástico sobre el desarrollo de las plántulas, que adquirieron coloraciones violáceas a los pocos días de germinadas, se tornaron débiles, no lograron continuar su crecimiento y finalmente murieron.

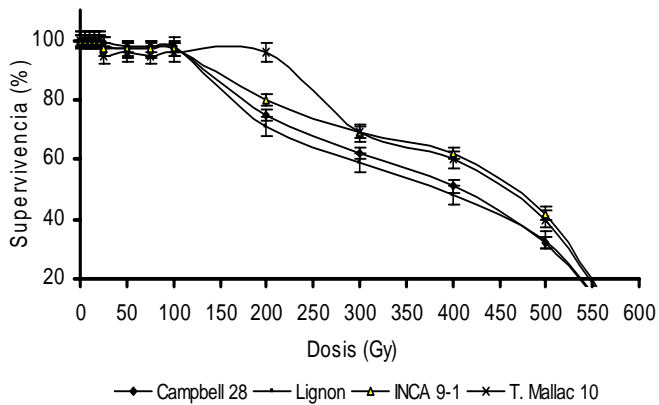


Figura 2. Influencia de la irradiación sobre la supervivencia de plantas en cuatro variedades de tomate

Tal comportamiento fue señalado con anterioridad en otras variedades de tomate (11) y otros cultivos (16, 22, 23). Al respecto, se ha informado además una correlación negativa de la supervivencia (14, 24) con el incremento de las dosis de irradiación en diversos cultivos agrícolas, mientras que otros especifican (5, 25, 26) que las bajas dosis de irradiación provocan respuestas beneficiosas en los organismos vivos y las altas deprimen o inhiben todas sus funciones vitales hasta provocar la muerte.

En los tres indicadores del crecimiento evaluados, como se observa en las curvas de radiosensibilidad (Figuras 3, 4, 5), existe un intervalo de estimulación para las cuatro variedades de tomate, con aplicación de dosis inferiores a los 75 Gy.

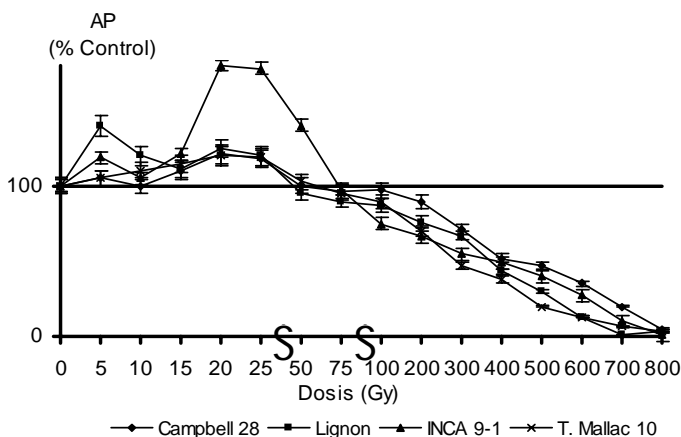


Figura 3. Curva de radiosensibilidad de la variable altura de las plantas en cuatro variedades de tomate

Respecto a la altura de las plantas, se destaca en este intervalo de dosis la variedad INCA 9-1, como la de mejor respuesta a los tratamientos irradiativos, con valores máximos de estimulación (significativos para $p < 0.01$) superiores al 80 %, seguida por las variedades Lignon, Campbell 28 y Tropical Mallac-10, con valores de estimulación de 40, 20 y 15 %, respectivamente. En relación con las dosis estimulantes, los mejores resultados se obtuvieron con 5 y 20 Gy (Figura 3).

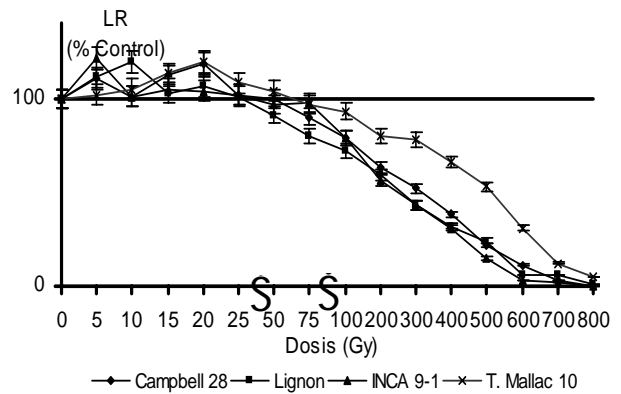


Figura 4. Curva de radiosensibilidad de la variable longitud de la raíz en cuatro variedades de tomate

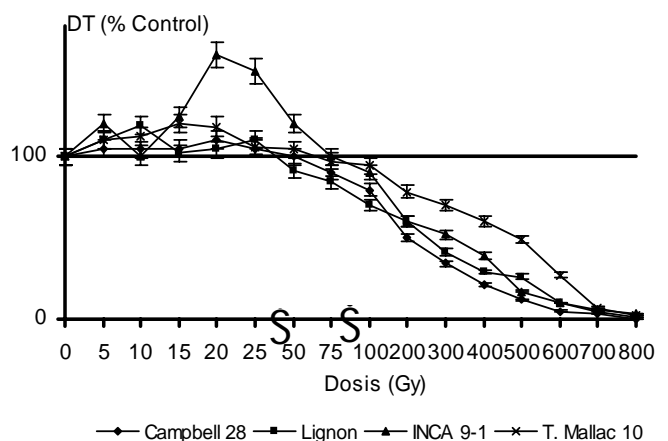


Figura 5. Curva de radiosensibilidad de la variable diámetro del tallo en cuatro variedades de tomate

A partir del intervalo de estimulación, con dosis superiores a los 100 Gy, se manifiesta una disminución significativa de la altura de las plantas, llegando a ser inferior al 50 % (GR_{50}), con respecto al control en la dosis de 500 Gy, aspecto que coincide con trabajos publicados (27), donde se observó una disminución de la altura de las plantas de tomate con dosis superiores a los 100 Gy. Similar comportamiento ha sido señalado en otros cultivos hortícolas (15, 24).

Un comportamiento similar se observó en la curva de radiosensibilidad en el indicador longitud de la raíz, coincidiendo la variedad INCA 9-1 por presentar valores altos y significativos (20 %), seguida por las variedades Campbell 28, Lignon y Tropical Mallac-10. Las dosis de 20 Gy, en Tropical Mallac-10 y Campbell 28 y 5 Gy en INCA 9-1 fueron las que mayor estimulación indujeron en este indicador (Figura 4). De la misma manera, se pudo precisar que con el incremento de las dosis de irradiación absorbidas por las semillas (superiores a los 100 Gy), se produce una disminución brusca del crecimiento de la raíz.

De la misma manera que en los indicadores anteriormente evaluados en la curva de radiosensibilidad para el diámetro del tallo, se observó que la variedad INCA 9-1

fue la de mejor respuesta. Respecto a las dosis aplicadas, 10 y 20 Gy resultaron las más favorables para la estimulación de este indicador en las cuatro variedades de tomate (Figura 5) y las superiores a 75 Gy las que provocaron una disminución significativa del diámetro del tallo.

En la Tabla I se muestran los intervalos de dosis por regiones para cada variable y variedad estudiada, donde se aprecian variaciones acentuadas en la región de radioestimulación, transición o radioinhibición en dependencia de la variable en cuestión, lo que coincide con lo informado en la literatura (8, 9, 13, 16, 28, 29).

Las dosis que disminuyen la altura de las plántulas en un 50 % (GR_{50}) fluctuaron entre 358-392 Gy, en dependencia de la variedad, mientras que la dosis letal media (DL_{50}), evaluada a partir del porcentaje de las plantas vivas al final del experimento, varió entre 394-460 Gy, lo que sugiere considerar este intervalo de dosis en la mejora genética de estos genotipos por radiomutagénesis.

Las dosis comprendidas entre 5-75 Gy tuvieron un efecto radioestimulante para la altura de las plantas, y entre 5 y 25 Gy para la longitud de la raíz en las cuatro variedades estudiadas, lo que indica que para su aplicación en la práctica productiva sería recomendable, en estas variedades, aplicar dosis comprendidas en el rango de 5-25 Gy.

Con tales fines, se han recomendado intervalos de dosis estimulantes entre 5-30 Gy (30, 31), 5-50 Gy (32) y 5-25 Gy (3, 19), al tratar las semillas de un grupo de variedades de tomate en Rusia, Bulgaria y Hungría, respectivamente (2, 19).

Al analizar las curvas de radiosensibilidad de los indicadores del crecimiento, evaluados en condiciones de laboratorio, se observó de manera general un patrón característico de los materiales biológicos irradiados, que se caracteriza por un incremento de los indicadores de radiosensibilidad como respuesta a las bajas dosis, hasta alcanzar valores máximos, a partir de los cuales se produce una disminución gradual de estos con el incremento de las dosis de irradiación (23, 33, 34). A la misma vez se constató una respuesta típica para cada variedad frente a la irradiación, similar a lo informado en varios cultivos (35, 36), incluyendo el tomate (19, 37, 38). Tal comportamiento denota la importancia de considerar el genotipo a la hora de aplicar esta técnica con fines de producción.

Los resultados expuestos corroboran que la radiosensibilidad en las plantas varía de acuerdo al genotipo y a las dosis de irradiación absorbidas, entre otros factores, y que existe además un intervalo de dosis estimulantes (5-25 Gy), que pudiera ser utilizado para lograr incrementos significativos del crecimiento y desarrollo de las plantas.

Por otra parte, se recomienda desarrollar experimentos que incluyan evaluaciones de algunos indicadores fisiológicos, el rendimiento y sus componentes y la calidad de los frutos de tomate, para verificar si perdura, durante todo el ciclo del cultivo, el efecto estimulante observado en el crecimiento de las plántulas y poder recomendar el uso de la radioestimulación en plantas de tomate a la práctica productiva.

Tabla I. Intervalos de dosis (Gy) determinados por regiones en la curva de radiosensibilidad para cada variable estudiada

Variable	Radio-estimulación	Transición	Radio-inhibición	DL_{50}	GR_{50}
Campbell 28					
Germinación (%)	---	5-400	500-800	--	720
Supervivencia (%)	---	5-100	100-600	460	--
Altura de la plantas (mm)	5-75	75-200	200-800	--	392
Longitud de la raíz (mm)	5-25	50-100	100-800	--	360
Diámetro del tallo (mm)	5-50	50-100	100-700	--	211
Lignon					
Germinación (%)	---	5-400	500-800	--	718
Supervivencia (%)	---	5-100	100-600	418	--
Altura de la plantas (mm)	5-75	75-200	200-800	--	389
Longitud de la raíz (mm)	5-25	50-100	100-800	--	350
Diámetro del tallo (mm)	5-50	50-100	100-700	--	253
INCA 9-1					
Germinación (%)	---	5-400	500-800	--	700
Supervivencia (%)	---	5-100	100-600	394	--
Altura de la plantas (mm)	5-75	75-200	200-800	--	358
Longitud de la raíz (mm)	5-25	50-100	100-800	--	340
Diámetro del tallo (mm)	5-50	50-100	100-700	--	264
Tropical Mallac 10					
Germinación (%)	---	5-400	500-800	--	730
Supervivencia (%)	---	5-100	100-600	403	--
Altura de la plantas (mm)	5-75	75-200	200-800	--	388
Longitud de la raíz (mm)	5-25	50-100	100-800	--	458
Diámetro del tallo (mm)	5-50	50-100	100-700	--	487

REFERENCIAS

1. Takac, A.; Gvozdenovic, G. y Gvozdenovic, B. Effect of resonant impulse electromagnetic stimulation and yield of tomato and pepper. Biophysics in Agriculture production. Tampograf : University of Novi Sad, 2002. 135 p.
2. Vasilevski, G. Perspectives of the application of biophysical methods in sustainable agriculture. *Bulg. J. Plant Physiol.*, 2003, Special Issue, p. 179-186.
3. Álvarez, M.; Moya, C.; Florido, M. y Plana, D. Resultados de la mejora genética del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y su incidencia en la producción hortícola de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 2, p. 63-70.
4. Snedecor, G. y Cochran, W. G. Métodos estadísticos. México, D. F. : Editorial Continental, 1982. 703 p.
5. Luckey, T. D. Hormesis with ionizing radiation, Boca Raton, CRC Press, 1980. 222 p.
6. Labrada, A. Radiosensibilidad de las semillas de cultivares cubanos e influencia del contenido de agua y método de remojado sobre su variación. [Tesis de doctorado]; Moscú, 1983. 148 p.
7. StatSoft. Statistica for Windows. Release 4.2. Tulsa, Ok, 1993.
8. González, L. M.; Ramírez, R.; Licea, L.; García, B. y Porras, E. Incremento de la tolerancia a la salinidad en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), mediante el tratamiento de semillas con rayos X. *Alimentaria*, 2002, vol. 339, p. 109-112.
9. Kang, Y y Heling, M. A. The radiosensitivity of alfalfa varieties and the fuzzy concentration analysis. *Report of China Nuclear Information Center*, Beijing (DE03-629578), 2003, 19 p.
10. Alzogaray, R. A. Un poquito de veneno estimula y sienta bien. *Revista Ciencia Hoy*, 2004, vol. 14, no. 81, p. 36-49.
11. Plana, D. Radiosensibilidad a los rayos X y gamma de tres variedades de tomate. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 1, p. 75-78.
12. González, L. M.; Ramírez R. y Camejo, Y. Estimulación del crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate del cultivar Santa Clara a los rayos gamma del ^{60}Co . *Alimentaria*, 2002, vol. 331, p. 67-70.
13. González, L. M.; Puertas, A. y Ramírez, R. Intervalo de dosis adecuado para la mejora genética por radiomutagénesis en la variedad de pimiento California Wonder. *Alimentaria*, 2001, vol. 324, p. 73-76.
14. Kathleen, R. y Donald, T. Irradiation effect on alfalfa seed germination and yield ratio and on alfalfa sprout microbial keeping quality. Eastern Regional Research. Agricultural Research Service, 2001. 17 p.
15. Bhargava, Y. R. y Khalatkar, A. S. Improve performance of *Tectona grandis* seeds with gamma irradiation. *Acta Horticulturae*, 2004, vol. 215, p. 51-54.
16. Fé, C. de la; Romero, M. y Castillo, E. Radiosensibilidad de semillas de papa a los rayos Gamma 60 Co. *Cultivos Tropicales*, 1996, vol. 17, no. 3, p. 77-80.
17. Sokolov, M. V.; Isayenkov, S. V.; y Sorochyynskyi, B. V. Low dose radiation can modify viability characteristic on common pine (*Pinus sylvestris*) seeds. *Tsitologiya, Genetika*, 1998, vol. 32, no. 4, p. 65-71.
18. Creanga, I.; Harten, A.; Mocanasu, C.; Creanga, D. y Mihaltescu, D. Gamma radiation effects on catalase and assimilatory pigments in False Acasia seedling grown on forestry nursery. *Romanian Biotechnological Letters*, 2002, vol. 7, no. 5, p. 10-15.
19. Szabo, A. S. y Simon, J. Application of radiostimulation technique in the agrofood sector. *Journal of Food-Physics*, 1995, vol. 8, p. 23-28.
20. Souza, A. de; Porras, E. y Casate, R. Efecto del tratamiento magnético de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas. *Invest. Agr. Prot. Veg*, 1999, vol. 14, no. 3, p. 437-444.
21. Serebryanyi, A. M. y Zoz, N. N. Stimulated repopulation as a basis of antimutagenesis and the adaptative response on plants. *Russian Journal of Genetics*, 2002, vol. 38, no. 3, p. 264-268.
22. Castillo, I.; Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, E. y Romero, M. Radiosensibilidad de dos variedades de papa a los rayos gamma de ^{60}Co . *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 1, p. 62-65.
23. Fé, C. de la; Romero M.; Ortiz, R. y Ponce, M. Radiosensibilidad de semillas de soya a los rayos gamma 60 Co. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 2, p. 43-47.
24. Al-Safadi, B. y Simon, P. W. Gamma irradiation-induced variation in carrots (*Ducus carota* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1996, p. 599-603.
25. Luckey, T. D. Radiation hormesis. Boca Raton : CRC press, 1991. 253 p.
26. Calabrese, E. J y Baldwin, L. A. 'Hormesis: the dose-response revolution', *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 2003, vol. 43, p. 175-197.
27. Ja Jabalan, N. y Rao, G. R. Induced mutants in tomato. *Mutation Breeding. Newsletter*, 1994, vol. 41, no. 12, p. 1-24.
28. Pérez-Talavera, S. /et al./ Tabla de radiosensibilidad gamma de variedades de especies vegetales de importancia económica (Parte II): *Alimentaria*, 2002, vol. 329, p. 85-87.
29. Pérez-Talavera, S. y González, L. M. Influencia del fraccionamiento de la dosis sobre la radiosensibilidad en ajo (*Allium sativum*, L.). *Alimentaria*, 2002, vol. 336, p. 37-39.
30. Vlasyuk, P. A. The effect of nuclear radiation on plants. *Selkjosjatsvennaia Biologuia*, 1986, vol. 2, p. 89-94.
31. Alarcón, C.; Vasova, M. y Stoeva, N. Efecto de las radiaciones gamma en la maduración y rendimiento en el cultivo del tomate. *Centro Agrícola*, 1987, vol. 14, no. 4, p. 30-33.
32. Pal, I. Investigation on the effect of seed irradiation of plant in a phytotron. *Tomato Stim. Newsl.*, 1987, vol. 8, no. 23.
33. Savin, V. N. Acción de las radiaciones ionizantes en el organismo vegetal como un todo (en ruso). *Energoizdat*, 1981, 120 p.
34. Pérez-Talavera, S. Estudio de la radiosensibilidad gamma de la habichuela china (*Vigna sesquipedalis*). *Alimentaria*, 2002, vol. 336, p. 45-47.
35. Bovi, J. E.; Valter, A. y Neto, J. T. Use of low doses of ^{60}Co gamma radiation on carrot seeds and their effects on plant growth and yield. IX International Symposium on Timing of Field Production in Vegetable Crops. *ISHS Acta Horticulture*, 2004, p. 607.
36. Bovi, J. E.; Valter, A. y Neto, J. T. Use of low doses of ^{60}Co gamma radiation on beet seeds and their effects on plant growth and yield. IX International Symposium on Timing of Field Production in Vegetable Crops. *ISHS Acta Horticulture*, 2004, p. 607.
37. Al-Audat, M. y Khalifa, M. K. H. Presowing stimulation of maize in Syria. Atomic Energy Commission, Damascus (Syrian Arab Republic. Dept. of Radiation Agriculture). *Aalam-Al-Zarra*, 1996, vol. 44, p. 89-93.
38. Amador, J. L. /et al./ Efecto de las radiaciones gamma de ^{60}Co sobre el rendimiento de dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de producción. En: Seminario Científico del INCA (9:1998:nov. 17-20:La Habana), p. 148.

Recibido: 23 de mayo de 2005

Aceptado: 23 de diciembre de 2005