

## Indicadores fisiológicos en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), procedentes de semillas irradiadas con rayos X

### Physiological parameters in tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.), obtained from X-rays irradiated seeds

Alexander Álvarez Fonseca, Licet Chávez Suárez, Ramiro Ramírez Fernández, Ramiro Pompa Brizuela y Wilfredo Estrada Prado

Centro de Investigaciones Servicios y Tecnologías Ambientales de Granma, Adjunto al IIA "Jorge Dimitrov" carretera vía Manzanillo km 16½, Bayamo. Granma. Cuba

E-mail: alexanderf@dimitrov.cu

**RESUMEN.** Se estudió el efecto de las bajas dosis de rayos X sobre algunos indicadores fisiológicos de plántulas de tomate FA-180 en el cultivo protegido durante los meses de julio-agosto de 2010. El tratamiento se realizó con una fuente de irradiación de baja potencia (11,47 Gy/min), en horas de la mañana. Las dosis fueron 5, 10 y 20 Gy para lo cual se utilizó un equipo de rayos X modelo RT-100, marca Phillips, con un régimen de trabajo de 30 kV y 10 mA. Se evaluaron los indicadores altura de las plántulas, longitud de la raíz, diámetro del tallo, masa fresca del tallo, masa seca del tallo, masa fresca de la raíz y masa seca de la raíz. Los resultados indicaron una estimulación significativa ( $p < 0,05$ ) para los indicadores altura de las plántulas, longitud de la raíz, diámetro del tallo, masa fresca del tallo, masa seca del tallo y masa fresca de la raíz respecto al control, lo que corrobora el efecto estimulante de este tratamiento sobre el desarrollo de las plántulas.

**Palabras clave:** baja potencia, crecimiento, cultivos protegidos.

**ABSTRACT.** A study was carried out to determine the effect of low doses of X-rays on some physiological indicators of tomato seedlings FA-180, in greenhouse cultivation during the months of July-August 2010. The treatment was carried out in a source of low-power irradiation (11.47 Gy / min) in the morning hours at doses of 5, 10 and 20 Gy with a Phillips x-ray machine; model RT-100, with a duty cycle of 30 kV and 10 mA. The evaluated indicators were seedling height, root length, stem diameter, fresh stem weight, dry stem mass, fresh root weight and dry root mass. Results indicated a significant stimulation ( $p < 0.05$ ), for indicators as seedling height, root length, stem diameter, fresh stem mass, dry stem mass and fresh root mass related to the control, which corroborates the stimulating effect of this treatment on seedling growth.

**Key words:** low power, growth, greenhouse crops.

## INTRODUCCIÓN

En Cuba, la producción de hortalizas se limita fundamentalmente a los meses de invierno, pues producir en otras estaciones limita la adaptación y supervivencia de los cultivos, especialmente en estadios críticos del desarrollo de las plantas, lo que sugiere buscar alternativas que minimicen tales daños. (Álvarez *et al.*, 2011a)

En el último decenio se han intensificado las investigaciones en la rama de la ciencia relacionada con la aplicación de métodos físicos estimulantes en la agricultura cubana, como una alternativa viable para incrementar los rendimientos y la calidad de

las cosechas, dentro de la política de agricultura sostenible (Álvarez, 2010). Todo ello relacionado con el hecho de que los organismos vivos han desarrollado mecanismos de adaptación a bajas dosis de irradiación que pueden conducir a la estimulación de ciertas funciones vitales del organismo, proceso ampliamente estudiado y aplicado en la agricultura denominado radioestimulación, por el incremento del crecimiento y desarrollo de plantas cultivadas en países como La India, Canadá, Hungría y Rusia (Ramírez *et al.*, 2006; Gonzáles *et al.*, 2004)

La aplicación práctica en el cultivo del tomate a través de la irradiación presiembrada de semillas, ha contribuido eficazmente a la obtención de plántulas de buena calidad en el semillero, aspecto de gran importancia, si se considera que la calidad de las posturas tiene una incidencia marcada sobre el rendimiento de un cultivar y por tanto, en el éxito de

la actividad agrícola (Álvarez, 2010; De Souza *et al.*, 2006). Es por ello que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto estimulante de los rayos X, sobre algunos indicadores fisiológicos en plántulas de tomate FA-180, en condiciones de cultivo protegido.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en una casa dedicada a la producción de posturas en cepellón, del sistema de casas de cultivos protegidos de Veguitas, provincia de Granma, Cuba. Se utilizaron semillas de tomate FA-180 provenientes de la firma israelí HAZERA, con un contenido de humedad en las semillas entre 12-13 % y un porcentaje de germinación del 98 %. Las semillas fueron tratadas con rayos X, para lo cual se utilizó una fuente de irradiación de baja potencia (11,47 Gy/min), en horas de la mañana con una temperatura de  $25 \pm 1$  °C. Las dosis fueron 5, 10 y 20 Gy para lo cual se utilizó un equipo de rayos X modelo RT-100, marca Phillips, con un régimen de trabajo de 30 kV y 10 mA.

Las semillas provenientes de cada tratamiento y un control (semillas sin irradiar) fueron sembrados en

cepellones con un sustrato al 60 % de materia orgánica, 30 % turba rubia y 10 % cascarilla de arroz. Las variantes experimentales fueron dispuestas de acuerdo a un diseño completamente aleatorizado, con tres réplicas por tratamiento de 20 semillas cada una. Al momento del trasplante se evaluaron los indicadores altura de las plántulas (mm), longitud de la raíz (mm), diámetro del tallo (mm), masa fresca del tallo (g), masa seca del tallo (g), masa fresca de la raíz (g) y masa seca de la raíz (g). Los resultados obtenidos fueron procesados estadísticamente mediante un análisis de varianza de clasificación simple y las medias se compararon por la prueba paramétrica de Newman-Keuls, para un nivel de significación del 5 %. (Stell y Torrie, 1992)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una respuesta estimulante de la irradiación sobre el crecimiento de las plántulas de la variedad de tomate estudiada. En cuanto a la altura de las plántulas (Figura 1), la variedad estudiada mostró una respuesta positiva ante los tratamientos irradiativos, manifestándose dos picos fundamentales de estimulación con valores máximos significativos ( $p < 0,05$ ) de 15 %, respecto al control. En relación con las dosis, los mejores resultados se obtuvieron con las dosis de 5 y 20 Gy.

En la longitud de la raíz (Figura 2) se observó una respuesta positiva a la irradiación con valores significativos de estimulación ( $p < 0,05$ ) de un 37 %, respecto al control, manifestándose también en este indicador dos picos fundamentales de estimulación en las dosis de 5 y 20 Gy.

Asimismo, en el diámetro del tallo se observó un comportamiento similar (Figura 3). Los picos

fundamentales de estimulación se manifestaron en las dosis de 5 y 20 Gy, con valores significativos ( $p < 0,05$ ) de 23 % referente al control.

En tal sentido pudiera inferirse que la irradiación provocó un efecto significativo en el crecimiento de las plántulas además de haber incrementado la tolerancia al estrés; aunque esta aseveración será necesario confirmarla en futuros estudios. Experimentalmente se ha demostrado que la radiación con bajas dosis de rayos X estimula el contenido y la síntesis de algunas proteínas específicas involucradas en la protección de las plantas frente a los estreses ambientales y activa los genes involucrados en los mecanismos de defensa de las plantas (Ramírez *et al.*, 2006)

Chen *et al.* (2005); Álvarez *et al.*, 2011b) relacionan el efecto estimulante de las bajas dosis de radiación con la activación de varias enzimas,

como las polifenoxidasas, catalasas, peroxidadas y esterases, las cuales conllevan a la formación de sustancias fisiológicamente activas que a bajas concentraciones aceleran la división celular conjuntamente con la morfogénesis en las células de importantes orgánulos como las mitocondrias y los cloroplastos.

La acumulación de biomasa fresca y seca también se vio influenciada por el efecto de la radiación, observándose un comportamiento diferenciado en cada tratamiento (Tabla 1). Los mejores resultados se obtuvieron con las dosis de 5 y 20 Gy; no obstante en el tratamiento dos (10 Gy) la disminución en el contenido de masa seca no fue significativa. Un comportamiento similar existió en la acumulación de biomasa fresca de la raíz, con incrementos significativos en relación al control por efecto de la radiación. Sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron con la dosis de 5 Gy aunque en el caso de la masa seca de la raíz, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y el control.

Según Ramírez (2006) existen evidencias donde se demuestran que la irradiación a bajas dosis es

esencial en la vida de los organismos, incluyendo las plantas. Los radicales libres, iones y moléculas excitadas que se forman por su efecto contribuyen a una mayor eficiencia en la utilización de las vías bioquímico-metabólicas, las cuales se reflejan en la acumulación de biomasa y la estimulación del crecimiento y desarrollo.

El mecanismo que rige la radioestimulación en las plantas no se conoce totalmente, los patrones de respuesta registrados en este estudio pudieran ser explicados en base a la hipótesis de que la irradiación a bajas dosis altera las reacciones de defensa del organismo y ejerce un efecto favorable sobre la actividad general de las enzimas al incrementar la velocidad de conversión de los sustratos respiratorios en pequeñas moléculas a partir de las cuales se forman los nuevos constituyentes celulares; además, estas bajas dosis favorecen el transporte, sensibilidad y composición de las hormonas endógenas del crecimiento (Yemelianov, 1984; Levin, 1987 y Bai-Lingyu *et al.*, 1996). En este sentido, los cambios mencionados del metabolismo propician una mejor redistribución energética y se reflejan en un incremento del rendimiento y la calidad de los cultivos.

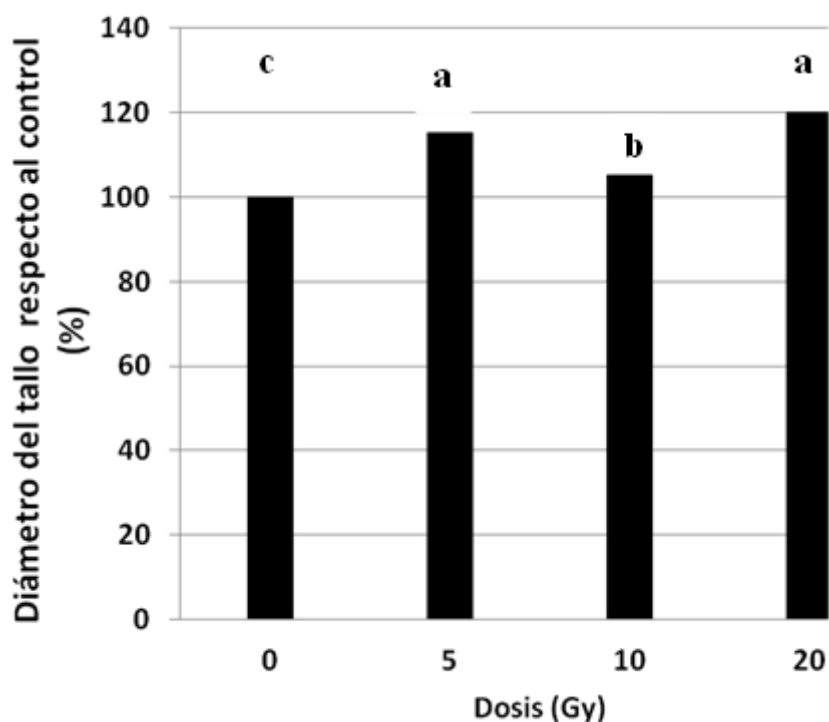


Figura 1. Efecto de los rayos X sobre la altura de las plántulas de tomate FA-180. \*En la figura, barras con letras diferentes presentan diferencias significativas respecto al control

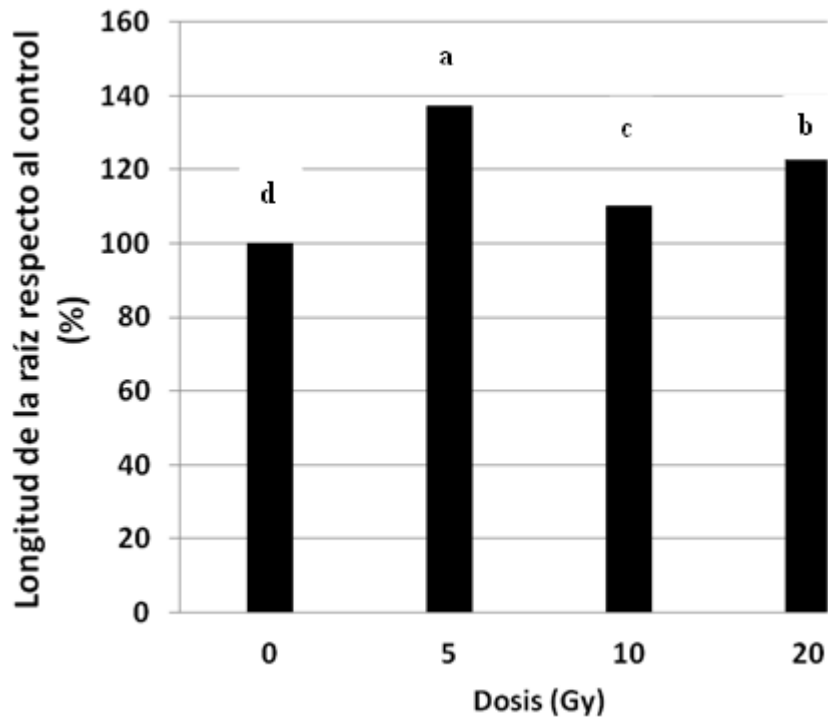


Figura 2. Efecto de los rayos X sobre la longitud de la raíz principal de plántulas de tomate FA-180. \*En la figura, barras con letras diferentes presentan diferencias significativas respecto al control

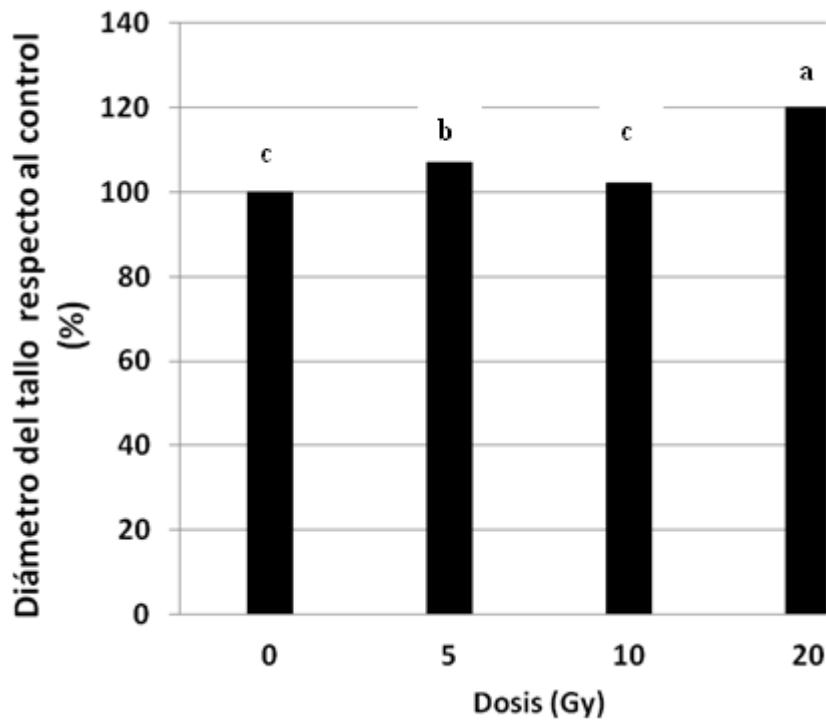


Figura 3. Efecto de los rayos X sobre el diámetro del tallo de plántulas de tomate FA-180. \*En la figura, barras con letras diferentes presentan diferencias significativas respecto al control

**Tabla. Efecto de los rayos X, sobre la acumulación de biomasa fresca y seca de plántulas de tomate FA-180**

Dosis (Gy)	MFT	MST	MFR	MSR
0 (control)	0,60 d	0,09 c	0,04 c	0,03 a
5	0,96 a	0,11 a	0,07 a	0,03 a
10	0,65 c	0,08 d	0,06 b	0,03 a
20	0,76 b	0,10 b	0,06 b	0,03 a
ESx	± 0,012	± 0,001	± 0,001	± 0,001

\*En las columnas, medias con letras diferentes presentan diferencias significativas (p d" 0,05) por la prueba paramétrica de Newman- Keuls.

MFT: masa fresca del tallo

MST: masa seca del tallo

MFR: masa fresca de la raíz

MSR: masa seca de la raíz

## CONCLUSIONES

El tratamiento de semillas con rayos X provocó incrementos significativos en los indicadores altura de las plántulas, longitud de la raíz, diámetro del tallo, masa fresca del tallo, masa seca del tallo y masa

fresca de la raíz, con un valor máximo de estimulación de 37 % en la longitud de la raíz. En relación con las dosis, 5 y 20 Gy fueron las de mejores resultados en el tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, A.: Efecto del tratamiento de semillas con láser de baja potencia en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agropecuario, 30 pp, Universidad de Granma, Cuba, 2010.
2. Álvarez, A.; R. Ramírez; Licet Chávez; Yanelis Camejo: "Efectos del tratamiento de semillas con láser de baja potencia en un híbrido de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)". *Revista electrónica Granma Ciencia* (). Vol. 15(2), 2011a, ISSN 1027-975X.
3. Álvarez, A.; R. Ramírez; Licet Chávez; Yanelis Camejo; L. Licea; Elia Porras; Blanca García: Efectos del tratamiento de semillas con láser de baja potencia sobre el crecimiento y rendimiento en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *ITEA*. 107(3): 1-10, 2011b.
4. Bai- Lingyu; Ma-Yuzhu; Hua-Luo; wei-Dongpu: "The effect of low dose of Co-gamma rays irradiation on some inzyne activeties and isoenzyme zymogran in pak- choi seedlings". *Acta- Agriculturae-Nucleatae Sinica*, 10 (1): 21-24, 1996.
5. Chen, Y.P.; YJ. Liu; X.L. Wang; Z.Y. Ren; M. Yue: "Effect of microwave and He-Ne laser on enzyme activity and biophoton emission of *Isatis indigotica*". *J. Integrat. Plant Biol*, 47(7): 849-855, 2005.
6. De Souza, A.; D. García; Lilita Sueiro; F. Gilart; L. Licea; Elia Porras: "Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants". *Bioelectromagnetics*, 27(2):247-257, 2006.
7. González, L.M.; R. Ramírez; L. Licea; Elia Porras; Blanca García: "Acción estimulante de las dosis bajas de rayos X, en plantas de *Lactuca Sativa*". *Universidad y Ciencia*, 20(039): 1-6, 2004.
8. Levin, V.L.: "Dinámica de la acumulación de sustancias del tipo giberélico y variación en la calidad de las proteínas de reservas de las plantas de trigo, procedentes de semillas irradiadas (en ruso). *Biología Agrícola*, 10(2): 52-57, 1987.
9. Ramírez, R.: Efecto del tratamiento de semillas con dosis estimulantes de rayos X en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis presentada en opción al Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas, INCA, La Habana, Cuba, 130 pp., 2006.
10. Ramírez, R.; L.M. González; Yanelis Camejo, Yorleidis Fernández; Nircia Zaldívar: "Estudio de radiosensibilidad y selección de rango de dosis estimulantes de rayos X, en cuatro variedades de tomate (*Lycopersicom esculentum* Mill)". *Cultivos Tropicales*, 27(1): 63-67, 2006.

11. Stell, R.G.D.; JH Torrie: *Biostatistics. Principles and procedures*, 2<sup>nd</sup> ed., McGrawHill, Interamericana de Mexico, S.A., 1992.

12. Yemelianov, L.G. The influence of gamma irradiations of barley seeds on plant vital activity under different ecological conditions. International Conference on Radiobiological consequences of Nuclear accidents. Moscow, 25-26 October, 305 pp., 1994.

Recibido: 24/09/2012

Aceptado: 18/12/2013