

COMUNICACIÓN CORTA

EFECTO DE LOS RAYOS GAMMA SOBRE LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA BOTÁNICA DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)

Short communication

Effect of gamma rays on the germination of botanical potato seed (*Solanum tuberosum* L.)

Jorge L. Salomón Díaz✉, María C. González Cepero,
Juan G. Castillo Hernández y Mario Varela Nualles

ABSTRACT. This paper aims to evaluate the effect of different rates of ⁶⁰Co gamma rays to stimulate germination in botanical potato seed (*Solanum tuberosum* L.) with very low germination rates. The progeny seeds Atzimba x TPS-13 from the International Potato Center (CIP) in Perú, were irradiated with doses of 10 to 100 Gray (Gy) at intervals of 10 Gy and unirradiated control. It was found that not all doses stimulate the germination of potato seed, a result that could be in agreement with those presented in radiosensitivity studies for both stimulating germination and to increase the genetic variability in crops. The dose 20 Gy showed the greatest stimulation of seed germination.

Key words: rates of application, enzymes, seed dormancy, gamma rays, genetic variation

RESUMEN. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de rayos gamma de ⁶⁰Co para la estimulación de germinación en semilla botánica de papa (*Solanum tuberosum* L.) con muy bajos porcentajes de germinación. Para ello se irradiaron semillas de la progenie Atzimba x TPS-13 procedentes del Centro Internacional de la papa (CIP) en Perú, los tratamientos fueron las dosis de 10 a 100 Gray (Gy) con intervalos de 10 Gy y un control sin irradiar. Se constató que no todas las dosis estimulan la germinación de la semilla botánica de papa, resultado que podría estar en correspondencia a los informados en estudios de radiosensibilidad tanto para estimulación de la germinación como para incrementar la variabilidad genética en los cultivos. La dosis de 20 Gy fue la que mostró la mayor estimulación en la germinación de las semillas.

Palabras clave: dosis de aplicación, enzimas, latencia de semilla, rayos gamma, variación genética

INTRODUCCIÓN

Existen varios proyectos de innovación tecnológica, entre los cuales están la interrupción de la latencia en semillas y disminución de los periodos de germinación, a través de técnicas nucleares, además en el mejoramiento genético a partir de la mutagénesis inducida ha sido probada en cultivos tan importantes como trigo, arroz, cebada, algodón y judía, también en otros propagados por semilla asexual (1).

La papa (*Solanum tuberosum* L.) se propaga por vía asexual (tubérculos) y por vía sexual (semilla botánica) y es el cuarto alimento en orden de importancia en el mundo, después del trigo, maíz y arroz (2).

La utilización de mutaciones es hoy una herramienta de éxito en los esfuerzos globales de la agricultura para alimentar a una población humana nutritivamente cada vez más exigentes (3).

Las radiaciones ionizantes han sido ampliamente utilizadas para incrementar la variabilidad genética (4–8); sin embargo, las bajas dosis han mostrado efectos estimulantes en varias especies con problemas en la germinación de las semillas sin provocar variaciones genéticas (9, 10).

Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700
salomon@inca.edu.cu

La radiosensibilidad es una propiedad intrínseca de los seres vivos que varía ampliamente entre organismos, especies y genotipos (11).

Por lo que el presente trabajo tuvo por objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis de rayos gamma de ^{60}Co , en la estimulación de la germinación en semilla botánica de papa de la progenie Atzimba x TPS-13 con muy baja germinación de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas botánicas de papa del cruzamiento entre los cultivares Atzimba y TPS-13 procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP), fueron sometidas a irradiaciones en el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN) en la Habana-Cuba con rayos gamma de ^{60}Co en un equipo MPX25 a una tasa de dosis de 0,517 KGy/h.

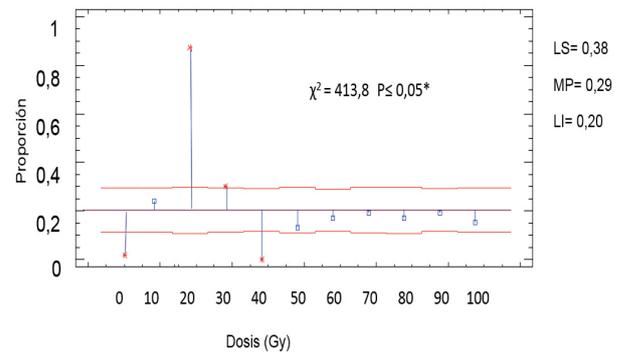
A las semillas que mostraron 3 % de germinación antes de irradiarlas se le tomaron muestras del mismo lote para estabilizar el contenido de humedad interna a 10 % dentro de una campana de desecación con sílica gel, la cual fue registrada por un humidímetro.

Se aplicaron diez dosis de irradiación: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 Gray (Gy) con rayos gamma de ^{60}Co y un testigo sin irradiar. Las semillas irradiadas y el testigo se colocaron en placas Petri con papel de filtro humedecido aplicando agua destilada. El número de semillas germinadas se evaluó cada tres días durante 15 días en un cuarto de cultivo y se calculó el porcentaje de germinación. Se montaron tres repeticiones de 100 semillas en placas Petri por cada tratamiento. Para determinar las diferencias entre los tratamientos se utilizó la prueba Chi cuadrado de comparación de proporciones para muestras independientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba de Chi cuadrado arrojó diferencias significativas entre las proporciones en las diferentes dosis de radiación gamma. En la Figura se muestra que la dosis de 20 Gy logró mayor germinación de las semillas, los valores se ubicaron por encima del límite superior (LS), mientras que el control sin irradiar y la dosis 40 Gy fueron las que proporcionaron menor germinación de las mismas al situarse sus valores por debajo del límite inferior (LI). En esta misma figura se refleja que las dosis desde 50 Gy hasta 100 Gy no tuvieron efecto estimulante en la germinación de las semillas, los mismos ubicaron sus valores entre la media y el LI.

Los resultados sugieren que existen dosis particulares e intermedias de radiación que estimulan la germinación de las semillas. Se detectaron dosis por debajo y por encima de 20 Gy que no surtieron efecto alguno en la estimulación de estos,



Representación del análisis de proporciones con diferentes dosis de radiaciones gamma sobre la germinación en semilla botánica de papa

lo que podría estar relacionado con la especie y el tipo de daño sufrido por la semilla, resultados que coinciden con los obtenidos en otras investigaciones (3, 11, 12), cuando plantearon que las altas dosis no estimularon la germinación de las semillas de tomate y otros cultivos agrícolas.

El empleo de la radiación con 20 Gy pudo haber estimulado algunos de los procesos metabólicos que favorecieron la germinación de las semillas que a otras dosis de radiación no ocurren. Se plantea que las radiaciones ionizantes pueden elevar la actividad metabólica de las células, incrementar la división celular, provocar la diferenciación de las células, intervenir en la síntesis de proteínas, en el balance hormonal, en el intercambio gaseoso y en la actividad enzimática (13).

El incremento de la germinación de las semillas por radioestimulación se logra generalmente cuando las mismas tienen bajo poder germinativo a causa de la dormancia, o de estar sometidas a condiciones estresantes que retrasan o inhiben la misma (12).

El efecto estimulante en la germinación de la semilla pudiera estar relacionado con el aumento de la permeabilidad de las membranas celulares, que producto a ello se acelera la entrada de agua y de oxígeno, incrementando la actividad enzimática, como las enzimas hidrolíticas y de oxidación-reducción, que garantizan el acceso más rápido y completo del agua y las sustancias nutritivas al embrión (14).

Otros autores relacionan la estimulación a la activación de varias enzimas, como las polifenol oxidasas, catalasas, peroxidasas y esterasas, 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 (14, 15).

CONCLUSIÓN

La dosis de 20 Gy provocó estimulación en la germinación de la semilla botánica de papa de la progenie Atzimba x TPS-13 con baja germinación.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahloowalia, B. S. y Maluszynski, M. "Induced mutations: a new paradigm in plant breeding". *Euphytica*, vol. 118, no. 2, 2001, pp. 167-173, ISSN 0014-2336, DOI 10.1023/A:1004162323428.
- Hamideldin, N. y Hussien, O. S. "Morphological, Physiological and Molecular Changes in *Solanum tuberosum* L. in Response to Pre-sowing Tuber Irradiation by Gamma Rays". *American Journal of Food Science and Technology*, vol. 1, no. 3, 2013, pp. 36-41, ISSN 2333-4827, DOI 10.12691/ajfst-1-3-5.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). *Plant Breeding and Genetics Newsletter* [en línea]. vol. 35, Ed. FAO-IAEA, 2015, Austria, 28 p., ISSN 1564-2569, [Consultado: 18 de noviembre de 2016], Disponible en: <<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Newsletters/PBG-35.pdf>>.
- Wang, T.; Uauy, C.; Till, B. y Liu, C.-M. "TILLING and Associated Technologies". *Journal of Integrative Plant Biology*, vol. 52, no. 11, 2010, pp. 1027-1030, ISSN 1672-9072, DOI 10.1111/j.1744-7909.2010.00999.x.
- Lokko, Y.; Mba, C.; Spencer, M.; Till, B. y Lagoda, P. "Nanotechnology and synthetic biology potential in crop improvement". *Journal of Food, Agriculture & Environment*, vol. 9, no. 3-4, 2011, pp. 599-604, ISSN 1459-0255.
- Wening, S.; Croxford, A. E.; Ford, C. S.; Thomas, W. T. B.; Forster, B. P.; Okyere-Boateng, G.; Nelson, S. P. C.; Caligari, P. D. S. y Wilkinson, M. J. "Ranking the value of germplasm: new oil palm (*Elaeis guineensis*) breeding stocks as a case study: Which plants to keep and which to throw away?". *Annals of Applied Biology*, vol. 160, no. 2, 2012, pp. 145-156, ISSN 0003-4746, DOI 10.1111/j.1744-7348.2011.00527.x.
- Czyczyło-Mysza, I. M.; Marcińska, I.; Jankowicz-Cieślak, J. y Dubert, F. "The Effect of Ionizing Radiation on Vernalization, Growth and Development of Winter Wheat". *Acta Biológica Cracoviensia. Series Botánica*, vol. 55, no. 1, 2013, pp. 23-28, ISSN 1898-0295, 0001-5296, DOI 10.2478/abcsb-2013-0004.
- Taassob-Shirazi, F.; Forster, B. P.; Huang, B.; Grausgruber, H. y Franckowiak, J. "Rapid introgression of mutant traits for fodder quality in barley" [en línea]. En: *Genetic Transformation Technologies (Plants and Animals), Plant Genetics and Breeding Technologies, Plant Diseases and Resistance Mechanisms*, Ed. Medimond, Bologna, Italy, 2013, pp. 53-56, ISBN 978-88-7587-682-1, [Consultado: 3 de enero de 2017], Disponible en: <<http://www.edlearning.it/proceedings/moreinfo/20130214.htm>>.
- Ramírez, R.; González, L. M.; Camejo, Y.; Zaldivar, N. y Fernández, Y. "Estudio de radiosensibilidad y selección del rango de dosis estimulantes de rayos X en cuatro variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)". *Cultivos Tropicales*, vol. 27, no. 1, 2006, pp. 63-67, ISSN 0258-5936.
- Lagoda, P. J. L. "Effects of radiation on living cells and plants" [en línea]. En: eds. Shu Q. Y., Forster B. P., y Nakagawa H., *Plant mutation breeding and biotechnology*, Ed. CABI-FAO, Oxfordshire, UK - Rome, Italy, 2012, pp. 123-134, ISBN 978-1-78064-085-3, DOI 10.1079/9781780640853.0123, [Consultado: 3 de enero de 2017], Disponible en: <<http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20123349342>>.
- Álvarez, A.; Ramírez, R.; Chávez, L.; Camejo, Y.; Licea, L.; Porras, E. y García, B. "Efectos del tratamiento de semillas con láser de baja potencia sobre el crecimiento y rendimiento en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)". *Información Técnica Económica Agraria*, vol. 107, no. 4, 2011, pp. 290-299, ISSN 1699-6887.
- Iglesias-Andreu, L. G.; Sánchez-Velásquez, L. R.; Tivo-Fernández, Y.; Luna-Rodríguez, M.; Flores-Estévez, N.; Noa-Carrazana, J. C.; Ruiz-Bello, C. y Moreno-Martínez, J. L. "Efecto de radiaciones gamma en *Abies religiosa* (Kunth) Schltd. et Cham.". *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, vol. 16, no. 1, 2010, pp. 5-12, ISSN 2007-4018, 2007-3828.
- Akshatha y Chandrashekar, K. R. "Gamma sensitivity of forest plants of Western Ghats". *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 132, 2014, pp. 100-107, ISSN 0265-931X, DOI 10.1016/j.jenvrad.2014.02.006.
- Chen, Y.-P.; Liu, Y.-J.; Wang, X.-L.; Ren, Z.-Y. y Yue, M. "Effect of Microwave and He-Ne Laser on Enzyme Activity and Biophoton Emission of *Isatis indigotica* Fort". *Journal of Integrative Plant Biology*, vol. 47, no. 7, 2005, pp. 849-855, ISSN 1672-9072, 1744-7909, DOI 10.1111/j.1744-7909.2005.00107.x.
- Álvarez, A.; Chávez, L.; Ramírez, R.; Pompa, R. y Estrada, W. "Indicadores fisiológicos en plántulas de *Solanum lycopersicum* L., procedentes de semillas irradiadas con rayos X". *Biotecnología Vegetal*, vol. 12, no. 3, 2012, pp. 173-177, ISSN 1609-1841.

Recibido: 27 de noviembre de 2015

Aceptado: 14 de junio de 2016

