



Comunicación Corta

COMPORTAMIENTO DE “BARNA”, CULTIVAR DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) ANTE DIFERENTES DOSIS DE RAYOS GAMMA DE FUENTE COBALTO 60

Short communication

Behavior of “Barna”, cultivar of potato (*Solanum tuberosum* L.) at different doses of gamma rays Cobalt-60 source

Jorge L. Salomón[✉], María C. González, Juan Castillo y Mario Varela

ABSTRACT. The present work had as objective to know the effect of gamma rays of source ^{60}Co in the agronomic and reproductive traits to obtain mutants of potato (*Solanum tuberosum* L.). Seed-tubers of the cultivar “Barna” imported from Holland with a weight (20 g), with six treatments: five irradiation doses 10, 20, 30, 40, 50 Gy and one non-irradiated control (0 Gy). In this study a strong reduction of plant emergence was observed, as the dose was progressively increased the emergency decreased. It is suggested not to apply doses higher than 50 Gy in seed-tubers, for works directed to the use of radiomutagenesis in the potato breeding of the potato, due to the negative effect in the emergency and in other important characters. Doses applied to potato seed tubers between 20 and 40 Gy could be evidence of induction of mutation, while at 10 Gy a stimulation of flowering was observed in the cultivar “Barna”.

Key words: application rate, flowering, yield, seed, tubers, genetic variation

RESUMEN. El presente trabajo tuvo como objetivo conocer el efecto de los rayos gamma de fuente ^{60}Co en los caracteres agronómicos y reproductivos para la obtención de mutantes de papa (*Solanum tuberosum* L.). Se utilizaron tubérculos-semilla del cultivar ‘Barna’ importada de Holanda con un peso promedio de 20 g, a los cuales se le aplicaron seis tratamientos: cinco dosis de irradiación 10, 20, 30, 40, 50 Gy y un control sin irradiar (0 Gy). En este estudio se observó una fuerte reducción de la emergencia de las plantas, a medida que se incrementó progresivamente la dosis la emergencia disminuyó. Se sugiere no aplicar dosis superiores a 50 Gy en tubérculos-semilla, para trabajos dirigidos al uso de radiomutagénesis en el mejoramiento genético de la papa, debido al efecto negativo en la emergencia y en otros caracteres importantes. Dosis aplicadas a los tubérculos-semilla de papa entre 20 y 40 Gy pudieran estar evidenciando inducción de mutación, mientras que a 10 Gy se observó una estimulación de la floración en el cultivar ‘Barna’.

Palabras clave: dosis de aplicación, floración, rendimiento, semillas, tubérculos, variación genética

INTRODUCCIÓN

La utilización de mutaciones es hoy una herramienta de éxito en la agricultura para alimentar a una creciente población humana nutritivamente cada vez más exigentes (1).

La disponibilidad física y la accesibilidad económica de los alimentos son importantes en la seguridad alimentaria. Las mutaciones inducidas han

jugado un gran papel en el aumento de la seguridad alimentaria mundial, ya que las nuevas variedades de cultivos alimenticios han contribuido al aumento significativo de la producción y acceso a las personas en muchas regiones (2).

Las mutaciones se definen como cambios hereditarios en la secuencia de ADN. Estas cuando son inducidas por radiaciones gamma de fuente ^{60}Co constituyen en la actualidad una vía importante que puede usar el mejorador para inducir variabilidad genética que no existe en la naturaleza para crear nuevas y mejores variedades (3–5).

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700

✉ salomon@inca.edu.cu

La papa es el cuarto alimento básico más importante del mundo (6). Por ese motivo, se realizan esfuerzos permanentes para mejorarla y para combatir las pérdidas provocadas por enfermedades, insectos y malezas, entre otras dificultades (7).

La variabilidad genética es la base para la domesticación y la mejora de cultivos, así como la investigación genética. Mientras que algunas especies tienen una rica diversidad genética, otras la tienen limitada (8).

La determinación de las dosis de rayos gamma de cobalto 60 es el primer paso a realizar en el mejoramiento genético por inducción de mutaciones (9).

Tomando en cuenta lo anterior, se propone como objetivo conocer el efecto de los rayos gamma en los caracteres agronómicos y reproductivos en el cultivar de papa 'Barna' para la obtención de mutantes dentro del Programa de Mejoramiento genético para tolerancia a altas temperaturas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron tubérculos-semilla del cultivar 'Barna' importada de Holanda con diámetro de 28 mm y un peso promedio de 20 g, a los cuales se le aplicaron cinco dosis de rayos gamma fuente de ⁶⁰Co: 10, 20, 30, 40 y 50 Gy y un control sin irradiar (0 Gy). La irradiación de los tubérculos-semilla se realizó en el Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN) en la Habana, Cuba. Para ello se empleó un equipo MPX25 con una potencia 0,517 kGy/h. Los tubérculos-semilla fueron plantados el 25 de enero de 2016 en condiciones semicontroladas dentro de una casa de cultivo ubicada en área del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Las atenciones culturales y fitosanitarias al ensayo se le realizaron según el Instructivo Técnico para la producción de papa en Cuba (10).

Se evaluó a los 20 días de plantado los tubérculos-semilla, el porcentaje de emergencia (%); a los 35 días se evaluaron altura de las plantas (cm), número de tallos, porcentaje de plantas florecidas y número de flores por inflorescencia. El número total de tubérculos por planta y masa total de los tubérculos por planta se evaluaron a los 90 días de la plantación una vez cosechado el experimento. Se utilizó el diseño experimental completamente aleatorizado con cinco repeticiones, la unidad experimental constó de 25 tubérculos-semillas. El análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico SPSS versión 16 (11) y en las diferencias significativas se les aplicó la Prueba de Comparación Múltiple de Medias Tukey ($P \leq 0,05$) (12).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza reflejó diferencias significativas entre las dosis de rayos gamma para todas las variables evaluadas. En la Tabla se observa una fuerte reducción de la emergencia de las plantas, a medida que se incrementó la dosis. A los 60 días de plantados los tubérculos a dosis de 50 Gy presentaron un 0 % de emergencia; sin embargo, no se observó diferencia significativa entre el control (0 Gy) y la dosis de 10 Gy en la brotación de los tubérculos, lo que pudiera estar indicando que aplicar 10 Gy no afecta la brotación y que pudiera estar estimulando la misma en tubérculos-semillas durante la fase de latencia. Resultados similares informaron una estimulación en la brotación cuando irradiaron microtubérculos con dosis de 10 y 20 Gy en los cultivares 'Kondor' y 'Basotho Rosa' (13), y donde las dosis por encima de 40 Gy fueron completamente letales para algunos genotipos, mientras que en otros genotipos la brotación y el crecimiento de las plantas fue severamente retrasado. Otros resultados similares, fueron planteados sobre la afectación en crecimiento de las plantas al utilizar dosis de irradiación iguales y mayores a 50 Gy en tubérculos-semilla en los cultivares 'Desirée' y 'Kondor' (14).

Tabla. Efecto de la dosis de radiaciones en los caracteres evaluados en el cultivar de papa 'Barna'

Tratamientos	Br (%)	Nta/pta	Alt. (cm)	Ptafl. (%)	Nfl/pta	Ntb/pta	Mtb/T (g)
0 Gy (Control)	90 a	3,20 a	47,2 a	40,0 b	3,2 c	5,4 a	0,64 b
10 Gy	100 a	2,00 ab	39,2 b	80,5 a	8,6 a	4,7 ab	0,54 bc
20 Gy	95 a	1,80 b	29,4 c	20,0 c	5,4 b	3,5 ab	0,37 bc
30 Gy	25 b	1,20 bc	22,8 d	0 d	0 d	3,7 ab	1,14 a
40 Gy	10 bc	1,00 bc	22,8 d	0 d	0 d	3,3 b	0,30 bc
50 Gy	0 c	0 c	21,8 d	0 d	0 d	2,9 b	0,19 c
ESx	2,236	0,294	1,452	2,236	2,236	2,236	0,090

Medias con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de Tukey. ($p \leq 0,05$)

ESx= error estándar de la media, Br= brotación, Nta/pta= número de tallos por planta, Alt= altura, Ptafl= plantas florecidas, Nfl/pta= número de flores por planta, Ntb/pta= número de tubérculos por planta, Mtb/T= masa de los tubérculos total

Esta estimulación podría estar relacionada con la activación de varias enzimas, como las polifenoxidasas, 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 (15).

Al evaluar el número de tallo y la altura de las plantas se observó que los valores de estos caracteres disminuyeron con el aumento de las dosis de radiación. Resultados similares informados en otra investigación (16), encontraron variación fenotípica en cultivo de papa al observar una disminución en el desarrollo de las plántulas *in vitro*, donde la altura también disminuyó conforme se aumentó la dosis de radiación aplicada, así como, en otros caracteres también fueron afectados cuando aplicaron rayos gammas de cobalto 60.

La mayor cantidad de plantas florecidas y número de flores por planta se observaron en los tubérculos sometidos a la dosis de 10 Gy superando al control, lo que podría estar indicando que a 10 Gy se experimenta una estimulación de la floración en la variedad de papa 'Barna'. Sin embargo, se observó que a partir de 20 Gy esta floración fue disminuyendo hasta inhibir completamente la emisión de las inflorescencias.

Resultados similares pero en otro cultivo informaron otros investigadores (17), un mejoramiento en la floración, así como, en el color y la forma de las flores del crisantemo al aplicar bajas dosis de radiación.

Las dosis entre 20 y 40 Gy han mostrado diferencia en los valores de los caracteres morfológicos evaluados, lo que pudiera estar indicando una variación genética, o también pudiera haber ocasionado algún estrés en el material irradiado.

En el número de tubérculos por planta las dosis aplicadas de 40 y 50 Gy tuvieron los más bajos valores, esto pudiera estar evidenciando que aplicar altas como bajas dosis de irradiaciones disminuyen el número de tubérculo por planta. Para masa total de los tubérculos por planta el comportamiento fue similar, tanto las dosis altas como bajas disminuyeron los valores en este carácter; sin embargo, la dosis de 30 Gy alcanzó el mayor valor, al parecer esta dosis estimula o actúa en los genes que intervienen en el rendimiento o en algunos de sus componentes como es el carácter de la masa promedio de los tubérculos. Resultados similares se obtuvieron cuando estudiaron la radio sensibilidad en dos especies de papa (16,18), que se observaron reducciones en el número, tamaño y peso de micro-tubérculos producidos.

CONCLUSIONES

- ♦ Se sugiere no aplicar dosis superiores a 50 Gy en tubérculos-semilla para trabajos dirigidos al uso de radiomutagénesis en el mejoramiento genético de la papa, debido al efecto negativo en la brotación y emergencia entre otros caracteres de importancia.
- ♦ Se observó una estimulación en la brotación con dosis de 10 y 20 Gy en tubérculos-semilla en estado de latencia. Las dosis entre 20 y 40 Gy pudieran estar evidenciando variación a nivel del ADN en el cultivar Barna.

BIBLIOGRAFÍA

1. IAEA. Plant Breeding and Genetics Newsletter [Internet]. Vienna, Austria: IAEA - PBG - NL; 2015 Jul [cited 2017 Sep 16]. Report No.: 35. Available from: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Newsletters/PBG-35.pdf>
2. Kharkwal MC, Shu QY. The Role of Induced Mutations in World Food Security. In: Shu QY, editor. Induced plant mutations in the genomics era [Internet]. Rome, Italy: FAO; 2009 [cited 2017 Sep 16]. p. 33–8. (Joint FAO/IAEA Programme). Available from: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.3776&rep=rep1&type=pdf>
3. Wening S, Croxford AE, Ford CS, Thomas WTB, Forster BP, Okyere-Boateng G, et al. Ranking the value of germplasm: new oil palm (*Elaeis guineensis*) breeding stocks as a case study. *Annals of Applied Biology*. 2012;160(2):145–56. doi:10.1111/j.1744-7348.2011.00527.x
4. Czyczyłło-Mysza IM, Marcińska I, Jankowicz-Cieślak J, Dubert F. The effect of ionizing radiation on vernalization, growth and development of winter wheat. *Acta Biologica Cracoviensia: Series Botanica*. 2013;55(1):23–28.
5. Mussi C, Nakayama H, Oviedo de CR. Variabilidad fenotípica en poblaciones M1 de sésamo (*Sesamum indicum* L.) irradiado con rayos gamma. *Cultivos Tropicales*. 2016;37(supl.1):74–80.
6. FAO. FAOSTAT [Internet]. 2014 [cited 2017 Sep 16]. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
7. ISAAA (Servicio Internacional para la Adquisición de las Aplicaciones Agrobiotecnológicas). La situación de los cultivos transgénicos en 2014 [Internet]. Argentina: ISAAA; 2015 Mar [cited 2017 Sep 16] p. 29. Available from: http://www.publitec.com.ar/system/noticias.php?id_prod=586&id_cat=6
8. Shu QY. A Summary of the International Symposium on Induced Mutations in Plants. In: Shu QY, editor. Induced plant mutations in the genomics era [Internet]. Rome, Italy: FAO; 2009 [cited 2017 Sep 16]. p. 15–8. (Joint FAO/IAEA Programme). Available from: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.3776&rep=rep1&type=pdf>

9. Iglesias-Andreu LG, Sánchez-Velásquez LR, Tivo-Fernández Y, Luna-Rodríguez M, Flores-Estévez N, Noa-Carrazana JC, et al. Efecto de radiaciones gamma en *Abies religiosa* (Kunth) Schlttd. et Cham. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente. 2010;16(1):5–12. doi:10.5154/r.rchscfa.2009.06.021
10. INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícola), INIVIT (Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales), IAGRIC (Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agropecuaria), INISAV (Instituto Nacional de Sanidad Vegetal), IS (Instituto de Suelos). Instructivo Técnico para la producción de papa en Cuba [Internet]. La Habana, Cuba: MINAG (Ministerio de la Agricultura); 2016 [cited 2017 Sep 16]. 62 p. Available from: http://www.minag.gob.cu/sites/default/files/noticias/instructivo_tecnico_para_la_produccion_de_papa_en_cuba_25_de_octubre_del_2016.pdf
11. IBM Corporation. IBM SPSS Statistics [Internet]. Version 16.0. U.S: IBM Corporation; 2007. Available from: <http://www.ibm.com>
12. Tukey JW. Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. Biometrics. 1949;5(2):99–114. doi:10.2307/3001913
13. Bado S, Rafiri MA, El-Achouri K, Sapey E, Niele S, Ghanim AMA, et al. In vitro methods for mutation induction in potato (*Solanum tuberosum* L.). African Journal of Biotechnology. 2016;15(39):2132–45. doi:10.5897/AJB2016.15571
14. Castillo JG, Estévez A, González ME, Castillo E, Romero M. Radiosensibilidad de dos variedades de papa a los rayos gamma de ^{60}Co . Cultivos Tropicales. 1997;18(1):62–5.
15. Álvarez FA, Chávez SL, Ramírez FR, Pompa BR, Estrada PW. Indicadores fisiológicos en plántulas de *Solanum lycopersicum* L., procedentes de semillas irradiadas con rayos X. Biotecnología Vegetal. 2012;12(3):173–177.
16. Bado S, Laimer M, Gueye N, Deme NF, Sapey E, Ghanim AMA, et al. Micro-Tuber Production in Diploid and Tetraploid Potato after Gamma Irradiation of *in Vitro* Cuttings for Mutation Induction. American Journal of Plant Sciences. 2016;7(14):1871–87.
17. Matsumura A, Nomizu T, Furutani N, Hayashi K, Minamiyama Y, Hase Y. Ray florets color and shape mutants induced by $^{12}\text{C}^{5+}$ ion beam irradiation in chrysanthemum. Scientia Horticulturae. 2010;123(4):558–61. doi:10.1016/j.scienta.2009.11.004
18. Kawakami J, Iwama K. Effect of Potato Microtuber Size on the Growth and Yield Performance of Field Grown Plants. Plant Production Science. 2012;15(2):144–8. doi:10.1626/pp.s.15.144

Recibido: 23 de diciembre de 2016

Aceptado: 8 de mayo de 2017