Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

EVALUACIÓN DE GERMINACIÓN EN CELOSIA (*Celosia cristata*) SOMETIDAS A DIFERENTES ESTÁNDARES DE RADIACIÓN GAMMA

Gabriela Briones Herrera[1]; Genaro Pérez Jiménez [2]; Erick Carmona Martínez [1*]; Dulce A. Guarnero López [1]

[1]Instituto de Educación Digital del Estado de Puebla, Camino a Texocuigtic S/N, 73720 Ixtacamaxtitlán, Pue.[2] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental San Martinito, Santa Rita Tlahuapan, Carretera Federal México-Puebla Km 56.5, CP 74100. *Autor de correspondencia: carmonamartinezerick@gmail.com

RESUMEN

La escasa variabilidad genética de especies introducidas representa una limitante para programas de fitomejoramiento en diferentes especies que son exigidas por la demanda del mercado. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la radiación gamma en el proceso de germinación, velocidad de emergencia, altura, y supervivencia para generar variabilidad en plantas de cresta de gallo (C. cristata), que podría incrementarse con irradiación gamma. Las semillas fueron tratadas con diferentes niveles de rayos gamma a ^{60} Co: 50, 100, 200 y 250, se sembraron en charolas con cavidades de 200 plántulas bajo un diseño experimental completamente al azar de 10 repeticiones. Las variables a evaluar fueron el porcentaje de germinación, velocidad de emergencia, altura de la plántula y, supervivencia. Los resultados indicaron diferencias significativas ($P < 0.0001$) para todas las variables analizadas, que determinan un efecto existente en las dosis sometidas a ^{60} Co. En germinación, velocidad de emergencia y supervivencia las dosis 50, 100 y 150 reportaron mejores resultados a diferencia de 250 con resultados aproximados al 25%, para la altura de la planta la mejor dosis fue la de 250. La supervivencia fue medida durante 17 días después de sembrar teniendo como, mejor resultado la dosis 50 con un 80%. En general las dosis con baja radiación gamma obtuvieron resultados favorables que pudieran tomarse en cuenta para generar variabilidad en plantas de *C. cristata.*

Palabras claves: *Celosia cristata, variabilidad, grados Gy, supervivencia.*

ABSTRACT

The limited genetic variability of introduced species represents a constraint for plant breeding programs in various species demanded by the market. The objective of this study was to evaluate the effect of gamma radiation on germination, emergence rate, seedling height, and survival to generate variability in cockscomb (*C. cristata*) plants, which could be increased with gamma irradiation. Seeds were treated with different levels of gamma rays at 60°C: 50, 100, 200, and 250. They were sown in trays with 200 seedling cells under a completely randomized experimental design with 10 replicates. The variables evaluated were germination percentage,

emergence rate, seedling height, and survival. The results indicated significant differences (P < 0.0001) for all variables analyzed, demonstrating an effect of the doses subjected to 60 Co. For germination, emergence rate, and survival, doses of 50, 100, and 150 yielded better results, compared to 250, which showed approximately 25%. For plant height, the best dose was 250. Survival was measured 17 days after sowing, with the 50-dose showing the best result at 80%. Overall, the doses with low gamma radiation obtained favorable results that could be considered for generating variability in C. *cristata* plants.

Keywords: *Celosia cristata, variability, Gy, survival*

INTRODUCCIÓN

La flor *Celosia cristata* conocida como terciopelo es una planta herbácea anual de la familia de los amarantos, originaria de América tropical (Lorenzi,1992); es cultivada en regiones o lugares de climas cálidos y soleados, es peculiar por que presenta un tallo aplanado conocido como fascinación, la cual da origen a la forma de cresta de gallo, terciopelo o abanico, por su aplanamiento que va desde el tallo hasta la inflorescencia; en países africanos es utilizada como hortaliza (Okusanya,1980).

Se comprenden 187 especies descritas de las cuales solo 51 son aceptadas, *C. cristata* es un nombre genérico que deriva del griego keleos significa “quemada”, variedad roja intenso cultivadas entre otoño-invierno en regiones de México, se considera una flor decorativa para festividades de día de muertos por su característico color, teniendo así estados productores de esta flor a Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Jalisco, Guerrero, San Luis Potosí, Morelos y Sonora (SAGARPA 2018).

La mutagénesis es una estrategia utilizada para generar variabilidad genética adicional y modificar características agronómicas, entre ellas calidad y resistencia a plagas (Spencer et al. 2021). La radiación gama tiene la ventaja de inducir variabilidad genética, con buenas características de rendimiento y calidad en menor tiempo, en comparación con procesos convencionales al emplear un solo progenitor y generar variaciones con pocos caracteres (Oladosu et al., 2016). En México los programas de mejoramiento orientados a la horticultura ornamental son escasos, y celosia es una flor de temporada con limitado germoplasma como para realizar cruzamientos e iniciar un programa de breeding. Se han realizado exploraciones en las dosis de radiación utilizando rayos gamma de ^{60}Cobalto para algunas especies ornamentales, Canul et al. (2012) en nochebuena encontraron que la dosis de 250 Gy fue efectiva para estimular cambios fisiológicos seleccionables, como enanismo, y se mejoró el tamaño de la semilla.

El proceso de germinación consiste en una secuencia de procesos fisiológicos incididos por factores internos y externos a las semillas, actuando de forma independiente o en conjunto para un apto desarrollo de la emergencia del embrión de la semilla, que a su vez interactúa en un proceso de crecimiento y desarrollo en sus primeras etapas de plántula. En los estudios de semillas irradiadas a ^{60}Co, se ha encontrado efectos herméticos, donde dosis superiores a la media en tratamiento estimulan la germinación, tal como lo reportó Canul et. al. (2012) para nochebuena, donde 275 Gy estimula la velocidad de emergencia.

La poca variabilidad existente y el pool genético a nivel nacional es escaso, y las exigencias en el mercado ornamental son cada vez más exigentes, sin embargo, para desarrollar un programa de mejoramiento genético se requiere de la previa exploración para encontrar un rango que permita encontrar momento óptimos herméticos durante la germinación. ; por lo anterior, el objetivo del presente estudio es inducir variabilidad genética por irradiación de semillas a ^{60}Co y estudiar los efectos durante la geminación y sus cambios a nivel plántula.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal empleado correspondió a semillas de terciopelo, obtenidas a partir de una colecta realizada en Tecamachalco, Puebla, durante el ciclo agrícola otoño 2023. La recepción, registro y preparación inicial de las muestras se efectuaron en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental San Martinito.

Los tratamientos experimentales se desarrollaron posteriormente en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), ubicado en Toluca, Estado de México. En este laboratorio se sometieron sobres de 100 g de semilla a irradiación con una fuente de ^{60}Co, aplicando dosis de 50, 100, 200 y 250 Gy.

Posteriormente, fueron regresadas al laboratorio de INIFAP, para efectuar la siembra en charolas de polietileno de 200 cavidades, depositando una semilla por cavidad. Se utilizó como sustrato una mezcla de arena cernida y perlita en proporción 1:1, y el riego se efectuó manualmente con agua de red. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar.

Para la toma de datos se registraron 10 unidades experimentales (plántulas), por cada tratamiento. Después de siete días después de la siembra, se empezó a registrar la germinación y con esos datos se calculó el porcentaje de germinación (%G); la velocidad de emergencia se calculó desde el día siete hasta el día 17

cuando terminaron de germinar; se consideraban plantas germinadas cuando los cotiledones estaban por encima de la superficie del sustrato y se consideró la fórmula propuesta por Maguire (1962):

$$VE = \frac{\#\ de\ plántulas\ normales\ al\ 1er\ día}{días\ al\ conteo} + \cdots + \frac{\#número\ de\ plantulas\ normales\ al\ conteo\ final}{días\ al\ conteo\ final}$$

Para la supervivencia de plántulas (PS) se evaluaron a los 17 días después de la germinación con la fórmula:

$$\text{PE} = \frac{\#\ de\ plántulas\ vivas}{número\ de\ semillas\ sembradas} x\ 100$$

A cada una de las plántulas se les midió la altura (cm) seleccionadas al azar, se tomó en cuenta el tallo desde del cuello de la raíz hasta la parte inicial de las primeras hojas. Para el análisis estadístico se realizó un ANOVA por cada variable evaluada y donde se mostraron diferencias significativas se realizó una comparación de medidas por Turkey (P <0.0001). Para las variables medidas en unidades (germinación y supervivencia) se calculó mediante un agrupamiento de datos y depuración para obtener un coeficiente de diferenciación estable con el paquete estadístico InfoStat, Ver. Estudiantil.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas (P < 0.0001) para todas las variables evaluadas (Cuadro1), lo cual indica que las distintas dosis de irradiación con ^{60}Co ejercieron un efecto diferenciador sobre las semillas durante la primera etapa de germinación. Estos hallazgos evidencian una susceptibilidad fisiológica de la semilla a las dosis aplicadas.

Cuadro 1. Análisis de varianza para el factor dosis de radiación gamma para generar variabilidad en plantas de flor de terciopelo.

FV	%G	VE	PS	AP
Dosis	14745.99*	208.10*	4035.32*	5.69*
Error	1640.28	16.17	352.89	0.44
R^2	0.53	0.62	0.59	0.73
CV (%)	36.01	17.66	32.31	36.01

FV = Fuente de variación, gl = grados de libertad, ** = Diferencia altamente significativa (P ≤ 0.01), ** = Diferencia estadística significativa (P ≤ 0.05), ns = No existe diferencia significativa estadística (P ≥ 0.05), CV (%) = Coeficiente de variación; %G: porcentaje de germinación; VE: velocidad de emergencia, PS: porcentaje de supervivencia, AP: altura de la planta, R2: Coeficiente de determinación, CV: Coeficiente de variación.

El porcentaje de germinación (Cuadro 2) en los tres primeros tratamientos (Cuadro 2), manifestaron de 159 - 144 plántulas de un total germinadas de 200 semillas. Esto sugiere que las dosis bajas de irradiación ejercieron efectos estimulantes como inhibitorios, dependiendo del nivel aplicado. De lo anterior, efecto similar fue observado por Canul et al. (2012) en semillas irradiadas de nochebuena, donde dosis menores a 150 Gy mostraron un efecto deletéreo a la germinación. Mientras que en café el efecto fue distinto, dosis de 75 Gy causaron la disminución de la germinación a porcentajes menores del 50 % (Avendaño et al., 2021).

De acuerdo con la prueba Turkey, la dosis de 50 Gy registró el mayor porcentaje de germinación, mientras que 250 Gy redujo el parámetro hasta 25 %, mostrando así un efecto inhibitorio marcado. Estos resultados coinciden con lo reportado por Antúnez et. al. (2022), quienes observaron en *Echinocactus platyacanthus* que la dosis de 50 Gy promovió la germinación *de* hasta 97 % de las semillas evaluadas.

En relación con la velocidad de emergencia, indicó que refleja la rapidez con las que las plántulas aparecen sobre el sustrato, los resultados muestran un comportamiento diferencial entre tratamientos. Según los criterios de Maguire (1992) y la prueba de Turkey las dosis de 250 Gy, la velocidad de emergencia disminuyó de manera notable. Este patrón es consistente con lo señalado por Llaven et al., (2025) en plántulas de ajonjolí pachequeño sometidas a irradiación.

En la altura de plántula, se identificó que los tratamientos de 50, 100 y 200 Gy mostraron respuestas similares entre sí; sin embargo, el tratamiento de 250 Gy obtuvo la mayor altura promedio. Este comportamiento podría estar relacionado con un efecto compensatorio del crecimiento, como señalan estudios previos de Antúnez et al. (2022), aunque debe interpretarse con cautela, dado que una mayor altura no necesariamente implica un desarrollo fisiológico óptimo.

Cuadro 2. Comparación de medias para las variables de germinación analizadas con diferentes dosis de radiación gamma aplicadas en la semilla de cresta de gallo.

Dosis	%G	VE	PS	AP
50	159.29 a	27.88 a	79.64 a	8.10 b
100	126.43 a	25.47 a	70.82 a	7.70 b
200	114.43 a	22.43 a	57.21 a	7.45 b
250	49.79 b	15.31 b	24.89 b	10.08 a
DMS	59.71	5.92	27.69	1.4

Medidas con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales según Tukey P α 0.05. %G: porcentaje de germinación, VE: velocidad de emergencia, PS: porcentaje de supervivencia, AP: altura de la planta.

CONCLUSIONES

La radiación gamma ^{60}Co en semillas de flor de terciopelo (*C. cristata*) mostró efectos diferenciados según la dosis. El tratamiento de 50 Gy estimuló notablemente la germinación, alcanzando hasta un 80 %, mientras que la dosis de 250 Gy afectó negativamente este proceso. Las dosis intermedias de 100 y 200 Gy presentaron resultados semejantes entre sí.

Se observó que dosis superiores de 250 Gy incrementa la altura de la planta, mientras que dosis menores favorecen el rango de la velocidad de emergencia y supervivencia. En conjunto, estos hallazgos aportan información relevante sobre la respuesta del comportamiento de semillas a irradiación gamma ^{60}Co para

determinar rangos futuros para próximas dosis de radiación como base para generar variabilidad y ampliar el acervo genético de *C. cristata*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antúnez,O., Croseños,P., OM. L., Croseños,P., Espinosa,R., M., Vázquez,V., M., Rojas,G. and A. R.,Sabino,L., J. E. (2024). Seed germination and seedling vigor of *Apaxtleco peppers* in response to Co gamma radiation. *Revista BioCiencias*.11, e 1591.hptts://doi.org/10.15741/revbio.11_e1591.

Antúnez,O., O. M., Cruz, I. S., Sandoval, V., M., Santacruz. V., A., Mendoza-Onofre, L. E., y De la Cruz-Torres, E. (2017). Variabilidad inducida en caracteres fisiológicos de *Physalis peruviana* L. mediante rayos gamma Co aplicados a la semilla. Revista Fitotecnia Mexicana, 40, 211-218.

Avendaño-Arrazate, C. H., Gómez-Simuta, Y., Martínez-Bolaños, M., Méndez-López, I., Ortíz-Curiel, S., Oriza-Flores, R., Canul-Ku, J., and Reyes-López, D. (2021). Radiación gamma de 60Co en características morfológicas y reproductivas de plantas M1 en *Coffea arabica* L. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 8(1), e2730. doi.org

Borba de Sousa Ferreira, E. G., Pontes Matos, V., MouraSena, L. H., y Figueiredo Almeida Sales, A. G. (2008). Germinación de semillas y desarrollo inicial de plántulas de crista de galo en diferentes sustratos. Scientia Agraria, 9(2), 241-244.

Canul-Ku, J., García-Pérez, F., Campos-Bravo, E., Barrios-Gómez, E., Cruz-Torres. E., García-Andrade, J.M., Ozuna-Canizalez, F.J. y Ramírez-Rojas, S.(2012). Efecto de la irradiación sobre nochebuena silvestre (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) en Morelos. Revista Mexicana de Ciencias Agricolas, 3(8), 1495-15007.doi.org.

Gálvez-Marroquín, L. A., Avendaño-Arrazate, C. H., Ariza-Flores, R., Gomez-Simuta, Y., Martínez-Bolaños, M., y Cruz-López, J. A. (2023). Radiación gamma en semillas de jamaica para inducir variación morfológica y selección de mutantes. Revista Mexicana de Ciencias Agricolas, 14(5),27-37. https://doi.org/10.29312/remexca.v14i5.3010.

Hernández Muñoz, S., Pedraza-Santos, M. E., López, P. A., Gómez-Sanabria, J. M., and Morales-García, J. L. (2019). Mutagenesis in the improvement of ornamental plants. Revista Chapingo Serie Horticultura, 25(3), 151-167. doi: 10.5154/r.rchsh.2018.12.022.

Llaven-Valencia, G. Castillo-González, F., Santacruz-Varela. A.,García-León, E., Cruz-Izquierdo, S., Antúnez-Ocampo,O. y Hernández-Hernández,A. Efecto de la radiación gamma en la germinación y supervivencia de plántulas en la variedad de ajonjolí Pachequeño. *Rev. fitotec. mex* [online]. 2025, vol.48, n.2, pp.151-161. Epub 08-Dic-2025. ISSN 0187-7380. https://doi.org/10.35196/rfm.2025.2.151.

Maguire J. D. (1962) Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science2:176-177, https://doi.org/10.2135cropsi1962.0011183X000200020033x.

Okunsanya,(1980). Ecológicas studies on seed germination of leonotis nepetifolia (L) ait. f. in relation to environmental factors with emphasis on fluoride pollutedsoils. Disponible en https ://www.geoecotrop.be/uploads/publications/pub_063_06.pdf.

SAGARPA, (2018). Terciopelo: suavidad, belleza y tradición. Recuperado de https://www.gob.mx/agricultura/articulos/terciopelo-suavidad-belleza-y-tradicion.

Yusuff, Oladosu & Rafii, M. & Abdullah, Norhani and Hussin, Ghazali & Ramli, Aliza & Rahim, Harun & Miah, Gous & Usman, Magaji G. (2015). Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement: a review. Biotechnology & Biotechnological Equipment. 30. 1-16. 10.1080/13102818.2015.1087333.