

Radiosensibilidad de yemas y efecto de la radiación gamma (Co^{60}) en caña de azúcar variedad Mayarí 55-14

Daniel E. Avila-Avila¹

Luis A. Aguilar-Pulido¹

Eulogio De la Cruz-Torres²

Ernesto Vázquez-Chimalhua³

Rosario Y. Avalos-Barajas¹

Gamaliel Valdivia-Rojas^{1,§}

1 Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes. Carretera Los Reyes-Jacona km 3. Los Reyes, Michoacán, México.

2 Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Carretera México-Toluca s/n. La Marquesa, Ocoyoacac, Estado de México, México.

3 3 Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Avenida Universidad s/n, edificio B1, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México.

§Autor para correspondencia: gamaxew@gmail.com.

Resumen

La caña de azúcar es una gramínea importante por la producción de sacarosa, que se emplea como materia prima en múltiples procesos industriales y agroalimentarios. La mutagénesis inducida mediante rayos gamma ha demostrado ser un método eficiente y alternativo para obtener variedades de plantas con características deseables en corto tiempo, por lo que conocer la radiosensibilidad de los genotipos, es un paso crucial. El objetivo fue determinar la curva de radiosensibilidad en yemas y plantas de caña de azúcar de la variedad Mayarí 55-14 con radiación gamma para inducir variación. Se establecieron 10 tratamientos de radiación de 0 a 90 Gy, con 100 yemas por cada tratamiento. Las yemas fueron irradiadas en el Instituto Nacional de Investigación Nucleares durante 2022. Posteriormente las yemas fueron sembradas en el Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes. La dosis letal media y la reducción del crecimiento medio fueron analizadas mediante una regresión y resultó en 50.16 y 51.25 Gy, respectivamente. A partir de 60 Gy, la radiación redujo significativamente la emergencia y sobrevivencia de los brotes. En variables como grosor del tallo, altura de la planta, número de hojas y de macollos, se mostró una reducción entre los 30 y 70 Gy, acorde con el análisis de varianza y prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Se sugiere irradiar yemas de la variedad Mayarí 55-14 con dosis entre 40-60 Gy para causar variación y detectar posibles mutantes sobresalientes con caracteres de interés.

Palabras clave:

Saccharum officinarum, mutagénesis inducida, variación genética.



Introducción

La caña de azúcar (*Saccharum spp.*) es la materia prima de la industria azucarera, con un consumo per cápita promedio al año 36.7 kg de azúcar y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable identifica a la caña como un cultivo básico en México. Actualmente, México es el 6° productor mundial de caña de azúcar con 854 301.43 ha sembradas y 55 589 515.48 t, según datos reportados del SIAP (2025), (<https://nube.agricultura.gob.mx/cierre-agricola/>).

Las variedades de caña de azúcar e investigaciones desarrolladas por el extinto Instituto para el Mejoramiento de la Producción Azucarera (IMPA) en 1990 y retomadas por el Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar (CIDCA), AC creado en 2011, están basadas en el mejoramiento genético convencional mediante hibridación sexual (Valdez-Balero, 2023). A nivel mundial, la hibridación sexual es el método más usado para la obtención de nuevas variedades de caña de azúcar, proceso que puede durar hasta 15 años.

En el Instituto de Investigación para la Caña de Azúcar de Yunnan, provincia de la República Popular China, desarrollaron la variedad YZ08-1609 mediante hibridaciones. Esta variedad contiene 20.3% de sacarosa, estableciendo un récord internacional y ganándose la denominación del 'Rey del azúcar' (Wu *et al* , 2024). Aunque en México se han desarrollado en campos experimentales y registrado variedades de caña de azúcar, como EMex 01-323, ColMexCC 05-47 y MotzMex 02-511, que pueden tener entre 17-18% de sacarosa catálogo de variedades registradas por CIDCA (2025).

Las dos variedades principales CP 72-2086 y MEX 69-290 (contienen 11.4 y 16.1% de sacarosa, respectivamente), junto con MEX 79-431 e ITV 92-1424, abarcan cerca del 70% del campo mexicano dedicado a la caña de azúcar (Reyes-Hernández *et al* ., 2022 ; Preciado *et al* ., 2022 ; Valdez-Balero, 2023).

La escasa variabilidad genotípica producida por la predominancia de las variedades mencionadas, reduce considerablemente la diversidad genética, haciendo que los cultivos sean susceptibles al estrés ambiental, enfermedades, plagas y adaptación a suelos poco fértiles o someros, además de no solucionar la seguridad alimentaria (Lamichhane y Thapa, 2022). Por lo que se enfrenta a la problemática de renovar las variedades para vigorizarlas y la necesidad de estandarizar una metodología alterna a la hibridación para generar nuevas variedades de manera más rápida.

El método de mejoramiento genético, mediante la utilización de radiaciones gamma como una alternativa para obtener variación genética por la vía de mutaciones inducidas; es una técnica empleada en el mejoramiento genético de plantas con importancia agronómica y alimentaria, que permite la obtención de cultivares altamente rentables en diversas especies, ya que se obtienen genotipos superiores en corto tiempo (Rubio-Ochoa *et al*, 2024).

Se tienen reportadas más de 2 500 variedades vegetales obtenidas por radiación gamma lo que hace que esta tecnología sea considerada como una alternativa para el mejoramiento eficiente de plantas (Patade y Suprasanna *et al* ., 2008 ; Barrientos-Alfaro *et al* ., 2025). Se han reportado diferentes estudios de radiosensibilidad en caña de azúcar.

En este sentido Díaz-Juárez *et al* . (2022) , irradiaron yemas (semillas agronómicas) de las variedades CP 72-2086 y MEX 69-290 con rayos gamma (Co^{60}) a seis dosis (0, 50, 70, 80, 90 y 100 Gray, Gy) y observaron que, dependiendo de la variedad, cada carácter evaluado tuvo una respuesta diferente a las dosis de radiación.

Por otra parte, Suhesti *et al* . (2021) , utilizaron callos embriogénicos de la variedad Kidang Kencana para irradiarlos con rayos gamma a diferentes dosis (entre 10 y 50 Gy) y encontraron que, a altas dosis de radiación aplicadas, la capacidad de los callos para regenerarse y generar brotes disminuyó. Destacadamente, a 10 y 20 Gy generaron una mutante con una alta variabilidad genética, por lo que la radiación gamma se puede utilizar para aumentar la variabilidad genética de la caña de azúcar.

Además, las mutaciones inducidas por radiación gamma en un rango entre 20 y 300 Gy en la variedad Co 99004 generaron mutantes albinas de caña de azúcar, estas presentaban mutaciones en el gen FAR1-related sequence 5-like que está involucrado en la biosíntesis de la clorofila (Ariharasutharsan *et al.* , 2025).

El uso de mutaciones inducidas por cobalto⁶⁰ representa una alternativa en plantas poliploides para el mejoramiento genético; así como, para el descubrimiento de genes con rasgos agrónomicamente importantes o para aumentar la comprensión del papel de las mutaciones en el mejoramiento genético de la caña de azúcar. Este tipo de técnica debe basarse en ensayos que permitan determinar la dosimetría adecuada.

La dosis óptima está asociada con la dosis letal media (DL₅₀) y la dosis de reducción media del crecimiento (RC₅₀), ambas se utilizan para establecer la curva de radiosensibilidad, que determina el nivel de radiación empleado en el programa de mejoramiento (Riviello-Flores *et al.* , 2022). En esta zona de interés, el Valle de Los Reyes, Michoacán, la caña de azúcar está siendo desplazada por la producción de frutillas lo que ha obligado a que sean sembradas en zonas más frías.

La caña de azúcar al ser un cultivo tropical presenta problemas en la adaptación a climas fríos. Se utilizó la variedad Mayarí 55-14 como modelo porque se cultiva en esta zona y para establecer un método alternativo de obtención de nuevas variedades basado en las mutaciones generadas por la radiación gamma emitida del cobalto⁶⁰.

Sin embargo, antes de establecer un programa de mejora genética a través de mutagénesis, es importante realizar un estudio de radiosensibilidad para cada variedad o genotipo, ya que cada material responde de manera diferente a la radiación. El objetivo fue determinar la curva de radiosensibilidad de diferentes características morfológicas de la variedad de caña de azúcar Mayarí 55-14 para sentar las bases de un programa de mejora genética.

Materiales y métodos

Obtención y manejo de yemas

El experimento se desarrolló durante el año 2022. Se utilizaron yemas de caña de azúcar de la variedad Mayarí 55-14, colectadas de una huerta de soca de 14 meses de edad, en la comunidad de Santa Clara, Tocumbo en el estado de Michoacán, México. Se encuentra a una altitud de 1 299 m, en las coordenadas 19° 37' 31" latitud norte y 102° 29' 47" longitud oeste.

Se realizaron cortes en los tallos para dejar una sola yema (incluyendo nudo y yema) se seleccionaron las yemas maduras, eliminando las yemas basales y apicales. La radiación se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Investigación Nucleares (ININ), ubicado en Ocoyoacac, Estado de México, con el irradiador LGI-01 Transelektro el cual tiene una fuente de cobalto⁶⁰ (Co⁶⁰).

Las yemas se colocaron bolsas transparentes y se irradiaron 100 yemas por tratamiento a diferentes dosis de radiación (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 90 Gy). Después de la radiación, las yemas fueron sembradas en el Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes, ubicado en el Municipio de Los Reyes de Salgado, Michoacán. La temperatura promedio fue 25 °C y una precipitación aproximada 190- 274 mm en junio de 2022. Se utilizaron contenedores de plástico transparente de 1 L de capacidad (Reyma, México).

El sustrato utilizado fue turba (Promix, Premier Tech Horticulture, Misuri, EE. UU). Los contenedores fueron colocados bajo malla sombra. El trasplante a campo de las plantas sobrevivientes a las dosis de radiación se realizó a los tres meses después de la siembra en los contenedores. Fueron llevadas a campo en la localidad de San Sebastián, perteneciente al Municipio de Los Reyes, Michoacán. Las plantas se sembraron en surcos por cada tratamiento.

Diseño experimental

Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones (bloques). En cada bloque se asignaron aleatoriamente los 10 tratamientos (dosis de 0 a 90 Gy). La unidad experimental consistió en 25 yemas, 100 yemas por tratamiento y 1 000 yemas en el experimento.

Variables evaluadas

Para determinar el impacto de la radiación en la caña de azúcar se evaluaron después de la siembra las siguientes variables: porcentaje de emergencia a los tres meses (%), porcentaje de sobrevivencia a los cuatro meses (%), altura de las plantas a los cinco meses (cm), grosor del tallo (mm) y número de hojas a los cinco meses y número de macollos a los seis meses.

Análisis estadístico

Los datos de las variables emergencia y supervivencia se recolectaron en una tabla de Excel se promediaron y se graficaron. A las demás variables se les verificó los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza por las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene respectivamente. Se realizó el análisis estadístico Anova unidireccional para altura de las plantas, número de hojas y número de macollos y finalmente se realizó la comparación de medias mediante la prueba Tukey con el software Minitab 19.

Determinación de la DL_{50} y RC_{50} : las variables de sobrevivencia y altura de la planta se utilizaron para el cálculo de la dosis letal media (DL_{50}) y reducción del crecimiento medio (RC_{50}) respectivamente, se utilizaron dos modelos de regresión, el cual serán elegidos de acuerdo con el resultado por el coeficiente de variación R^2 propuestos en el gráfico por excel.

Modelo de regresión lineal: en caso de que los datos se ajusten a un modelo de regresión lineal, se establece la solución de la ecuación del gráfico mediante un despeje simple de la variable X, que pertenece a la variable de radiación o dosis, estableciendo para Y el valor de 50, que se refiere a la supervivencia.

Modelo de regresión cuadrático: los datos que se ajustaron a un modelo polinómico de segundo grado (cuadrático), se resolvieron mediante la fórmula cuadrática.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Para este caso el termino independiente se le restará 50.

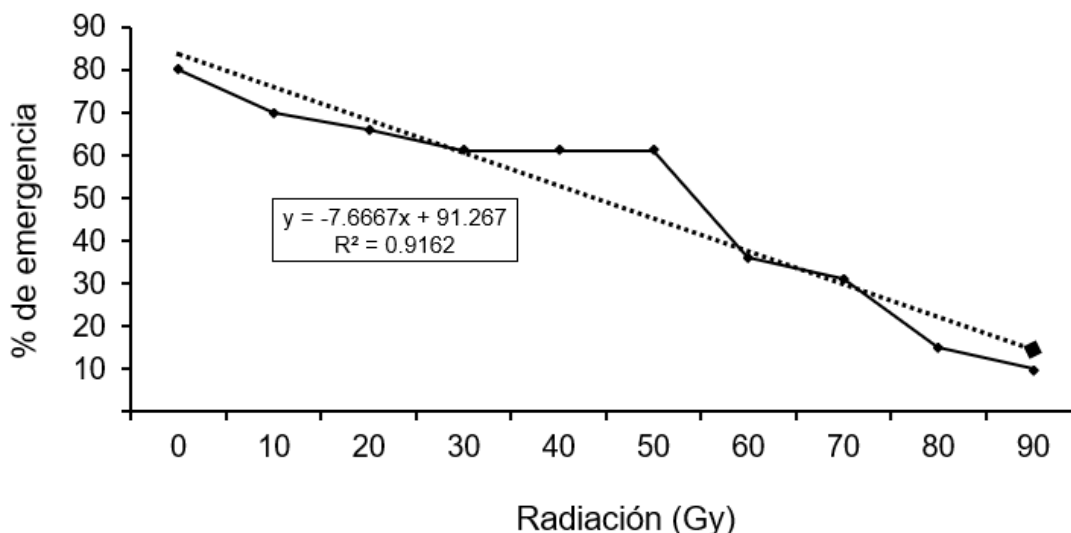
Resultados y discusión

Porcentaje de emergencia y supervivencia

La pérdida de dominancia apical en la caña de azúcar, causada por algún estrés biótico o abiótico, provoca que las yemas laterales axilares germinen sin que sean sembradas y produzcan brotes laterales con raíces adventicias. El proceso de formación de la yema vegetativa de la caña de azúcar se divide en tres partes: formación de la yema a partir del meristemo axilar, crecimiento o abultamiento de la yema, y germinación de la yema; esto es, emergencia del brote de la nueva planta (Madala *et al.*, 2023).

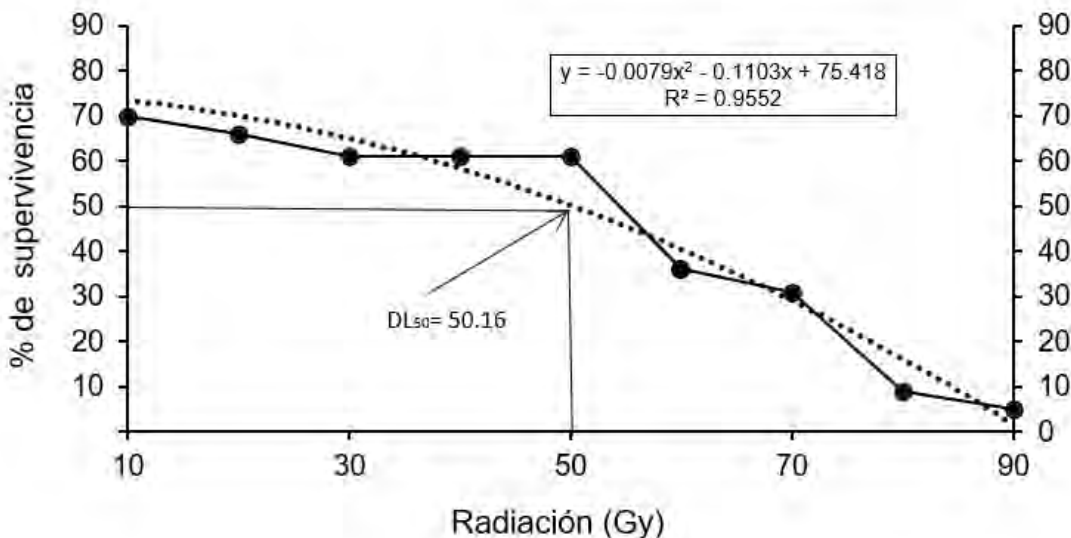
Por lo tanto, el éxito de la germinación de yemas muestra en primera instancia el daño o efecto que tuvo la radiación en el tejido. Los resultados que muestra la Figura 1, indican que los tratamientos entre 10-90 Gy reducen la emergencia del brote de manera dependiente de la dosis de radiación. De tal forma que, se encontró una disminución del 50%, con respecto al testigo, entre 50 y 60 Gy.

Figura 1. Efecto de la radiación gamma en la emergencia de brotes de caña de azúcar variedad Mayarí 55-14.



Posterior al brote de la yema y emergencia de la plántula, la supervivencia es un atributo necesario para que la plántula crezca y se desarrolle. La supervivencia de las plantas fue afectada de manera proporcional al nivel de radiación recibido (Figura 2). El valor de R^2 igual a 0.9552, sugiere que hay una alta correlación entre el nivel de supervivencia y el nivel de radiación recibido.

Figura 2. Efecto de la radiación gamma en la supervivencia de brotes de caña de azúcar variedad Mayarí 55-14.



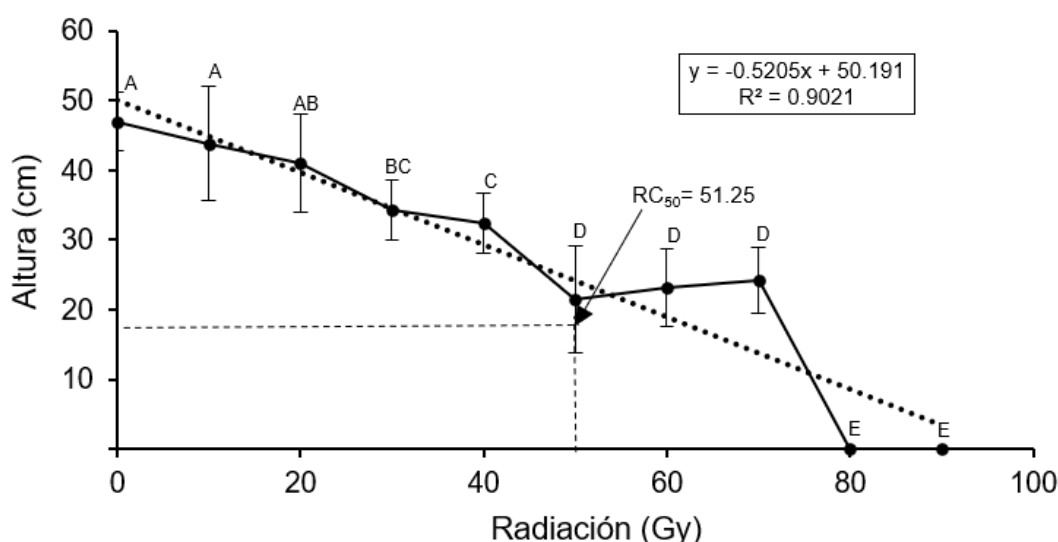
La yema es un tejido lignificado que puede soportar los daños físicos directos de la radiación de rayos gamma. En muchos casos la emergencia ocurre de manera normal; sin embargo, al poco tiempo la planta muere debido a los daños químicos indirectos de los rayos gamma sobre genes codificantes para proteínas elementales del metabolismo primario de la planta (Rubio-Ochoa *et al.* , 2024).

Por lo cual, la supervivencia de las plántulas después de su brote es una referencia para encontrar la dosis letal media. La ecuación de regresión indica que, la supervivencia se reduce en un 1.1% por cada aumento de Gy de radiación gamma con Co^{60} , encontrándose la DL_{50} a 50.16 Gy (Figura 2).

Grosor del tallo

En la variable del grosor del tallo no hubo diferencias significativas en los tratamientos de entre 0-60 Gy. En el tratamiento de 70 Gy se presentó una reducción significativa del grosor del tallo (Figura 3). El grosor del tallo es una característica muy importante porque es el soporte de la planta y evita el acame.

Figura 3. Efecto de la radiación gamma sobre el grosor del tallo de caña de azúcar variedad Mayarí 55-14. Los valores con letras iguales corresponden a tratamientos estadísticamente iguales que fueron realizados por una Anova unidireccional y posteriormente una prueba Tukey ($p \leq 0.05$).



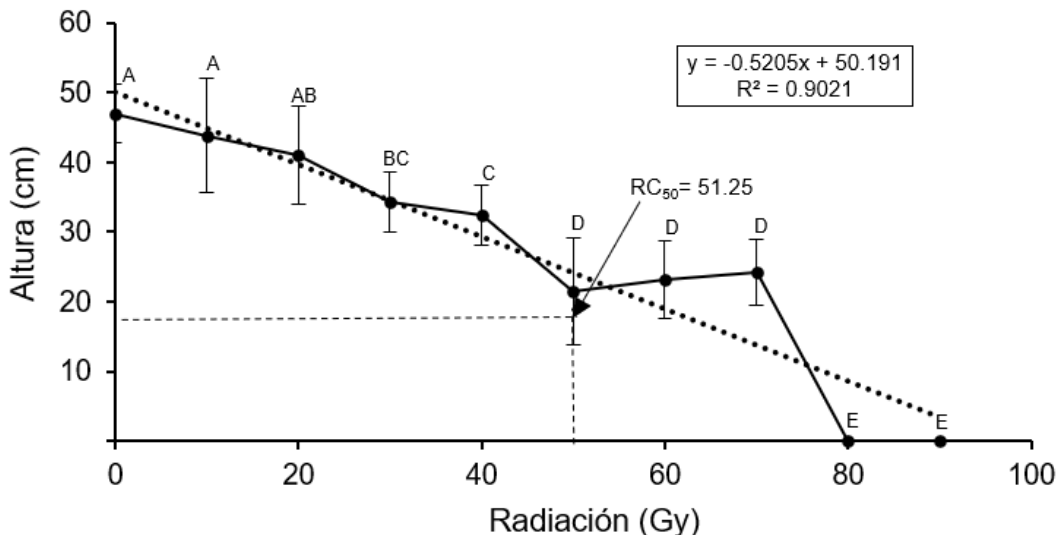
Comúnmente, en el tallo de la caña de azúcar la proporción del jugo y las fibras es de 86-92% a 8-14%, respectivamente (Pires *et al.* , 2024). Por lo que, la producción de azúcar puede reducirse si su calibre disminuye, mermándose el rendimiento de la caña. En la variedad Mayarí 55-14, los resultados de las radiaciones de 80 y 90 Gy es cero porque todos los brotes emergidos no sobrevivieron.

Altura de las cañas de azúcar

Otra variable destacada es la altura de la planta de la caña de azúcar está relacionada, junto con el grosor y peso, con la cantidad de azúcar generada. Además, la altura muestra la capacidad a desarrollarse y refleja una planta sana. Una planta de caña de azúcar con un diámetro y altura grandes tiene mayor producción de azúcar y rentabilidad (Djumali *et al.* , 2024).

Los resultados muestran que a partir de 30 Gy la altura de los brotes emergidos se disminuye significativamente con respecto al control (Figura 4). A menor altura habrá un menor tamaño en el tallo moledero lo que nos llevará a una menor producción de azúcar. Esta variable es importante porque principalmente la sacarosa se almacena en el tallo, por lo tanto, es necesario tener entrenudos grandes para tener un mayor almacenamiento de sacarosa. Con los resultados de esta variable de altura y su curva de radiosensibilidad gamma pudimos obtener la RC_{50} que resultó en 51.25 Gy (Figura 4).

Figura 4. Efecto de la radiación gamma en la altura de brotes de caña de azúcar variedad Mayarí 55-14. Los valores con letras iguales corresponden a tratamientos estadísticamente iguales que fueron realizados por una Anova unidireccional y posteriormente una prueba Tukey ($p \leq 0.05$). Se establece la RC_{50} de la variable altura en 51.25 Gy resolviendo el modelo de regresión lineal propuesto



Número de hojas

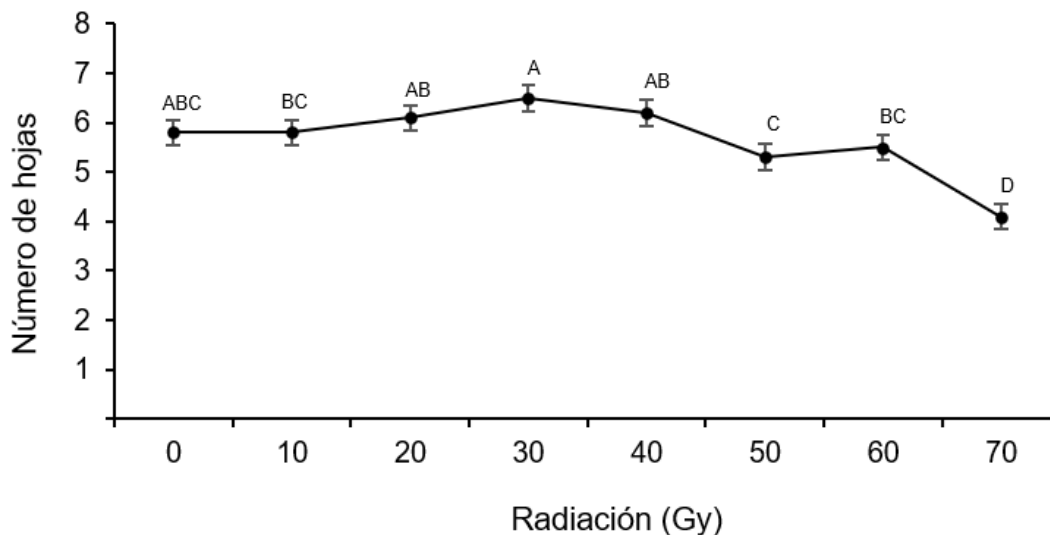
La fotosíntesis y el intercambio gaseoso son procesos que se realizan en las hojas de la caña de azúcar donde se producen carbohidratos que son distribuidos y utilizados, de manera diferencial, para el crecimiento en la altura, grosor de tallo y producción de azúcar según las variedades (De Souza *et al.*, 2018; Leanasawat *et al.*, 2021; Djumali *et al.*, 2024). Se estudió en dos variedades la anatomía de las hojas de plantas de yemas tratadas con radiación gamma (cobalto⁶⁰).

La variedad MEX 69-290 presentó disminución en el ancho de sus hojas y el área foliar desde los 70 Gy, en tanto que, la variedad CP 72-2086 mostró tales efectos negativos a los 90 y 100 Gy (Díaz-Juárez *et al.*, 2022). De manera similar, nuestros resultados muestran que a partir de 50 Gy empieza la tendencia, de reducción del número de hojas, y a 70 Gy disminuye hasta un 30% respecto al testigo.

Esto refuerza la idea de que la curva de radiosensibilidad es diferente para cada variedad o genotipo. El número de hojas no presentó una diferencia significativa con respecto al control como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Efecto de la radiación gamma en el número de hojas de brotes de caña de azúcar variedad Mayarí 55-14. Los valores con letras iguales corresponden a tratamientos estadísticamente iguales que fueron realizados por una Anova unidireccional y posteriormente una prueba Tukey ($p \leq 0.05$).

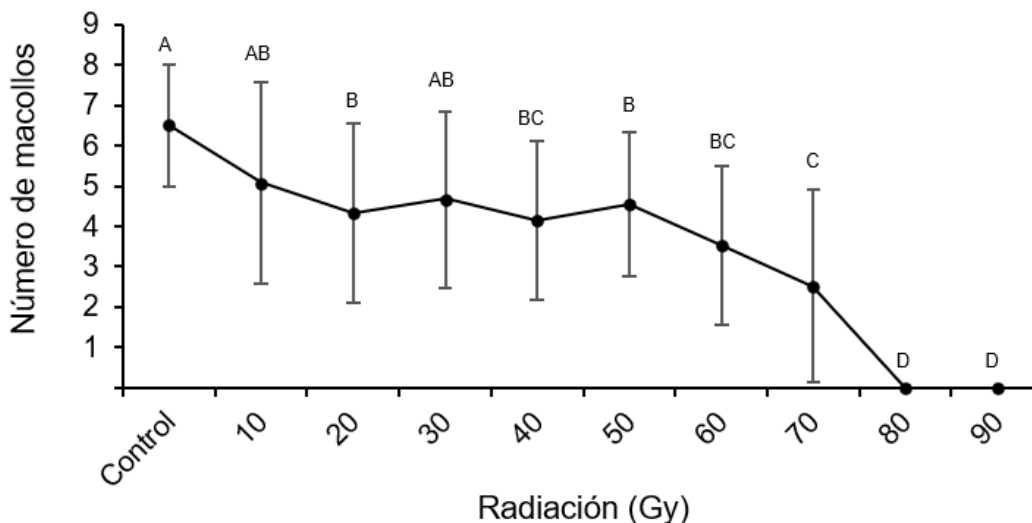


Número de macollos

El amacollamiento es un rasgo importante para la productividad y rendimiento de la caña de azúcar y se relaciona con la capacidad de adaptación ambiental, la cual está regulada por la interacción de sus factores genéticos con el medio ambiente (Riaz *et al.* , 2023). El número de macollos se reduce a los 20 Gy y de 40 a 70 Gy comparado con el testigo (Figura 6).



Figura 6. Efecto de la radiación gamma en el número de macollos de caña de azúcar variedad Mayarí 55-14. Los valores con letras iguales corresponden a tratamientos estadísticamente iguales que fueron realizados por una Anova unidireccional y posteriormente una prueba Tukey ($p \leq 0.05$).



La generación de macollos se vio afectada significativamente desde 40 Gy. Estos resultados coinciden con los reportados por Díaz-Juárez *et al.* (2022) en las variedades CP 72-2086 y MEX 69-290, donde encontraron que las dosis altas de radiación gamma (80, 90 y 100 Gy) causan disminución en la expresión fenotípica de caracteres y retardan el crecimiento de las plantas.

Conclusiones

La caña de azúcar variedad de Mayarí 55-14 presenta una radiosensibilidad caracterizada por una dosis letal media (DL_{50}) de 50.16 Gy y una dosis de reducción del crecimiento medio (RC_{50}) de 51.25 Gy. Estos valores definen el rango crítico en el cual la radiación gamma (cobalto⁶⁰) ejerce un efecto significativo sobre la supervivencia y el desarrollo de las yemas.

La evaluación fenotípica demostró que la radiación indujo cambios morfológicos en las variables evaluadas, confirmando su eficacia como agente mutagénico. Por lo tanto, se recomienda irradiar las yemas de esta variedad con dosis de entre 40 y 60 Gy.

La aplicación de estas dosis permitirá seleccionar mutantes con características agronómicas deseables, contribuyendo así al mejoramiento genético del cultivo.

Bibliografía

- 1 Ariharasutharsan, G.; Negi, P.; Vinoth, P.; Malarvizhi, A.; Senthilrajan, P.; Appunu, C.; Srivastava, A. K. and Valarmathi, R. 2025. Gamma ray induced significant phenotypic and metabolite changes in sugarcane variants derived through in vitro mutagenesis. *Applied Radiation and Isotopes*. 217(3):111597. <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2024.111597>.
- 2 Barrientos-Alfaro, F. C.; Echeverría-Beirute, F.; Hernández-Soto, A.; Gatica-Arias, A.; Hernández-García, C. M.; Carvajal-Quesada, P.; Rodríguez-Morales, A. and Pérez, J. 2025. Mutation breeding strategies and advances for sugarcane (*Saccharum spp.*) improvement. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 162(66):3-8. <https://doi.org/10.1007/s11240-025-03188-y>.

- 3 CIDCA. 2025. Catálogo de variedades mexicanas de caña de azúcar, AC (CIDCA). <https://metodologia.cidca.mx/#>.
- 4 De Souza, A. P.; Grandis, A.; Arenque-Musa, B. C. and Buckeridge, M. S. 2018. Diurnal variation in gas exchange and nonstructural carbohydrates throughout sugarcane development. *Functional Plant Biology*. 45(8):865-876. <https://doi.org/10.1071/FP17268>.
- 5 Díaz-Juárez, R. de la C.; Hernández-Arenas, M.; Santacruz-Varela, A.; Silva-Cifuentes, E. G.; De la Cruz-Torres, E.; Barrios-Gómez, E. J.; Trejo-Pastor, V. y Muñoz-Orozco, A. 2022. Dosis altas de radiación gamma (Cobalto60) disminuyen la expresión fenotípica de caracteres en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*. 5(4):3694-3709. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n4-021>.
- 6 Djumali, H. A.; Purwati, R. D.; Riajaya, P. D.; Machfud, M. S. and Yulaikah, S. 2024. Improving sugarcane stem length through biparental crossing for higher sugarcane yield and sugar yield. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 155(11):109-117.
- 7 Lamichhane, S. and Thapa, S. 2022. Advances from conventional to modern plant breeding methodologies. *Plant Breeding and Biotechnology*. 10(1):1-14. <https://doi.org/10.9787/pbb.2022.10.1.1>.
- 8 Leanasawat, N.; Kositrakun, M.; Lontom, W. and Songsri, P. 2021. Physiological and agronomic traits of certain sugarcane genotypes grown under field conditions as influenced by early drought stress. *Agronomy*. 11(11):2319. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112319>.
- 9 Madala, H. V.; Lesmes-Vesga, R. A.; Otero, C. D.; Sharma, L. K. and Sandhu H. S. 2023. Effects of planting pre-germinated buds on stand establishments in sugarcane. *Agronomy*. 13(4):1001. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041001>.
- 10 Minitab. 2019. Minitab (Version 19) [Software estadístico]. Minitab LLC. <https://www.minitab.com>.
- 11 Patade, V. Y. and Suprasanna, P. 2008. Radiation induced in vitro mutagenesis for sugarcane improvement. *Sugar Tech*. 10:14-19 <https://doi.org/10.1007/s12355-008-0002-4>.
- 12 Pires, W. M.; Teixeira, M. B.; Soares, F. A. L.; Moraes, W. A.; Costa, A. C.; Filho, L. C. L. and de Moura, J. B. 2024. Agronomic performance and technological quality of sugarcane submitted to different poultry litter dosages. *Scientific Reports*. 14(1):15435. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66340-2>.
- 13 Preciado, J. F. C.; Ruíz, A. E. C.; Mexicano, M. M. y Burela, A. C. 2022. Evaluación agroindustrial de ocho híbridos de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) cultivados en la zona de abastos del ingenio quesería, Colima, México. *Studies in Environmental and Animal Science*. 3(4):818-831. <https://doi.org/10.54020/seasv3n4-001>.
- 14 Reyes-Hernández, J.; Torres-de los Santos, R.; Hernández-Torres, H.; Hernández-Robledo, V.; Alvarado-Ramírez, E. y Joaquín-Cancino, S. 2022. Rendimiento y calidad de siete variedades de caña de azúcar en El Mante, Tamaulipas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 13(5):883-892. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.3232>.
- 15 Riaz, A.; Alqudah, A. M.; Kanwal, F.; Pillen, K.; Ye, L.-Z.; Dai, F. and Zhang, G. 2023. Advances in studies on the physiological and molecular regulation of barley tillering. *Journal of Integrative Agriculture*. 22(1):1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2022.08.011>.
- 16 Riviello-Flores, M. de la L.; Cadena-Iñiguez, J.; Ruiz-Posadas, L. del. M.; Arévalo-Galarza, M. de L.; Castillo-Juárez, I.; Soto-Hernández, M. and Castillo-Martínez, C. R. 2022. Use of gamma radiation for the genetic improvement of underutilized plant varieties. *Plants*. 11(9):1161-1169. <https://doi.org/10.3390/plants11091161>.
- 17 Rubio-Ochoa, E.; De la Cruz-Torres, E.; Olalde-Portugal, V.; Pérez-Sánchez, R. E.; Gómez-Leyva, J. F. y García-Saucedo, P. A. 2024. Mutagénesis por radiación gamma para mejora genética de plantas de importancia alimentaria. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 15(5):e3747. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i5.3747>.

- 18 Suhesti, S.; Syukur, M.; Husni, A. and Hartati, R. S. 2021. Increased genetic variability of sugarcane through gamma ray irradiation. IOP conference series: Earth and Environmental Science. 653:012134. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/653/1/012134>.
- 19 Valdez-Balero, A. 2023. Nuevas variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) liberadas en Tabasco, México. Agro-Divulgación. 3(3):3-6. <https://doi.org/10.54767/ad.v3i3.191>.
- 20 Wu, Q.; Li, A.; Zhao, P.; Xia, H.; Zhang, Y. and Que, Y. 2024. Theory to practice: success in breeding sugarcane variety YZ08-1609 known as the king of sugar. Frontiers in Plant Science. 15:1413108. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1413108>.



Radiosensibilidad de yemas y efecto de la radiación gamma (Co^{60}) en caña de azúcar variedad Mayarí 55-14

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 May 2026
Date accepted: 01 August 2026
Publication date: 01 August 2026
Volume: 17
Issue: 5
Electronic Location Identifier: e4123
DOI: 10.29312/remexca.v17i5.4123

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Saccharum officinarum
mutagénesis inducida
variación genética

Counts

Figures: 6

Tables: 0

Equations: 1

References: 20