

RADIOSENSIBILIDAD DE SEMILLAS DE SOYA A LOS RAYOS GAMMA ^{60}Co

C. de la Fé, M. Romero, R. Ortiz y M. Ponce

ABSTRACT. This study was developed at the National Institute of Agricultural Sciences, with the objective of evaluating soybean seed radiosensitivity to ^{60}Co gamma rays. Samples of 50 seeds each from Cubasoy-23 cv. were selected, irradiated and then seeded in pots under semicontrolled conditions in spring, 1997. Radiation rates from 50 to 480 Gy were used with increments of 50 Gy between 50 and 200 Gy and of 40 Gy between 200 and 480 Gy. Evaluations consisted of percentage of germinated seeds at three, six and nine days after sowing, plant height at 10, 20 and 50 days as well as leaf pair number at 10 and 20 days after sowing. This study proved the occurrence of a strong effect of the rates applied to percentage of germinated seeds, doses closed to 280 Gy showing the highest radiostimulating effect of germination. From the viewpoint of plant height, the effect of rates applied corresponded to the one described to other irradiated biological materials, it being characterized by an increment of low rates followed by an every time higher reduction when increasing the doses applied. In turn, leaf emergence had to do with plant height. Results enable to suggest the application of rates closed to 360 Gy in studies aimed to create genetic variability in breeding programs by mutation induction.

RESUMEN. El presente estudio se desarrolló en las instalaciones del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, con el objetivo de evaluar la radiosensibilidad de semillas de soya a los rayos gamma ^{60}Co . Para su ejecución, se seleccionaron e irradiaron muestras de 50 semillas de la variedad Cubasoy-23, las que fueron sembradas en condiciones semicontroladas (macetas) en la campaña de primavera, 1997. Las dosis de radiación fueron desde los 50 hasta los 480 Gy, con incrementos de 50 Gy entre las dosis de 50 y 200 Gy e incrementos de 40 Gy entre esta última y la dosis de 480 Gy. Las evaluaciones realizadas consistieron en porcentaje de semillas germinadas a los tres, seis y nueve días de la siembra, altura de las plantas a los 10, 20 y 50 días y número de pares de hojas emitidas a los 10 y 20 días de la siembra. El estudio realizado evidenció la ocurrencia de un efecto fuerte de las dosis aplicadas en el porcentaje de semillas germinadas, resultando las dosis próximas a los 280 Gy las de mayor efecto radioestimulador de la germinación. Desde el punto de vista de la altura de las plantas, el efecto de las dosis aplicadas se correspondió con el descrito para otros materiales biológicos irradiados, caracterizándose este por un aumento a dosis bajas seguido por una reducción cada vez mayor a medida que las dosis aplicadas se incrementaron. Por su parte, la emisión de hojas por las plantas mantuvo un comportamiento en correspondencia con la altura de las plantas. Los resultados del estudio permiten sugerir la aplicación de dosis próximas a los 360 Gy en los trabajos dirigidos a la creación de variabilidad genética en programas de mejora por inducción de mutaciones.

Key words: radiosensitivity, soybean, seed, germination

Palabras clave: radiosensibilidad, soya, semilla, germinación

INTRODUCCION

El éxito de la producción de soya en las regiones tropicales se ha debido en gran medida a la obtención de variedades muy productivas, adaptadas a las condiciones tropicales (1). Según informes (2)(3), la búsqueda de variedades con mayor adaptación a las condiciones agroclimáticas de Cuba ha estado muy estrechamente vinculada con la introducción y evaluación de variedades

foráneas, práctica aún explotada en alta medida, de manera que el porcentaje más alto de las siembras actuales en Cuba se realiza con variedades introducidas.

Según otros informes (4), el método clásico de mejora por hibridación y selección ha sido el más ampliamente utilizado en el mundo para el mejoramiento genético de la soya con resultados satisfactorios. No obstante la reconocida utilidad de este en el mejoramiento de la soya, la aplicación en dicho cultivo del método de mejora por inducción de mutaciones constituye una alternativa más de valiosa utilidad para la creación de variabilidad genética, el cual reduce a la vez el tiempo requerido para la obtención de las nuevas variedades con respecto a los métodos tradicionales.

Dr.C. de la Fé, Investigador Auxiliar; Dr.C. R. Ortiz, Investigador Titular y Ms.C. M. Ponce, Investigador Agregado del Departamento de Genética y Mejoramiento, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1; M. Romero, Investigador Agregado del Laboratorio en Técnicas de Irradiación, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA)

El estudio de la radiosensibilidad del material a tratar constituye un paso previo inviolable para el desarrollo exitoso de todo trabajo de mejora por inducción de mutaciones, siendo una práctica usual en todos los cultivos debido a la diferente radiosensibilidad de los materiales.

A partir de lo antes expuesto es que se desarrolló el presente trabajo, con la finalidad de evaluar la radiosensibilidad de semillas de soya y determinar el rango óptimo de dosis a aplicar con mayores probabilidades de inducir mutaciones en la variedad Cubasoy-23, en apoyo al trabajo de mejora que actualmente se desarrolla en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en las instalaciones del INCA, en colaboración con el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA).

Para su realización se seleccionaron debidamente muestras de 20 semillas de la variedad comercial de soya Cubasoy-23, las que fueron sometidas a dosis de irradiación de rayos gamma de ^{60}Co en el irradiador Gammacell-500, con una potencia de dosis de $13.7 \text{ Gy}\cdot\text{min}^{-1}$. Los valores de dosis aplicadas fueron desde 50 hasta 480 Gy, con incrementos de 50 Gy hasta el tratamiento de 200 Gy, e incrementos de 40 Gy a partir de este último, conformándose un total de 11 tratamientos más un control sin irradiar. El porcentaje de humedad de las semillas al momento de la aplicación de los tratamientos era de 13 %.

Al día siguiente de irradiadas las semillas, estas se sembraron en condiciones de macetas con suelo Ferralítico rojo. Durante el desarrollo del estudio, todas las atenciones al cultivo fueron iguales en cada uno de los tratamientos.

La radiosensibilidad de las semillas se evaluó a través del porcentaje de semillas germinadas en cada tratamiento, la altura de las plantas y el número de pares de hojas emitidas. La determinación del porcentaje de germinación se calculó a partir de los conteos de semillas germinadas a los tres, seis y nueve días. Para la determinación de la altura media de las plantas, se seleccionaron 20 plantas por tratamiento, las que fueron medidas a los 10, 20 y 50 días de la siembra, mientras que la emisión de pares de hojas se evaluó a los 10 y 20 días a través de conteos en 20 plantas por tratamiento.

A partir de las mediciones realizadas, se calcularon los porcentajes de aumento o reducción de la germinación y la altura debido a las dosis aplicadas, en comparación con el comportamiento del control sin irradiar. En el caso de la germinación, se estableció la diferencia en porcentaje respecto al control, mientras que en el caso de la altura, la correspondiente al control fue considerada como el 100 %, estableciéndose a partir de este valor los correspondientes a los tratamientos evaluados.

Para el caso de la altura, se calculó el valor de la $\text{GR}_{(50)}$, dosis cuyo efecto provoca la reducción de la altura de las plantas en un 50 %.

En caso del número de pares de hojas emitidas, se calcularon solo las diferencias entre los valores correspondientes a cada tratamiento y el control sin irradiar.

Para el análisis de los resultados, fueron consideradas tres regiones (5), a saber:

- I. *Región de radioestimulación*: valor mayor o igual al control.
- II. *Región de transición*: valor menor que el control y mayor que la $\text{GR}_{(50)}$.
- III. *Región de radioinhibición*: valor por debajo de la $\text{GR}_{(50)}$.

Durante el desarrollo del estudio, se hicieron observaciones visuales sobre el comportamiento de las plantas, evaluándose la apariencia, el tamaño y la coloración de las hojas, el porcentaje de supervivencia y la formación o no de vainas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se muestra en la Figura 1, las dosis aplicadas marcaron un efecto notable en el porcentaje de semillas que germinaron a los tres, seis y nueve días de la siembra, destacándose en general la ocurrencia de una marcada tendencia al aumento del porcentaje de germinación con el aumento gradual de las dosis aplicadas, hasta alcanzar un valor máximo con la dosis de 280 Gy, mientras que a partir de ésta, el aumento en las dosis provocó un efecto inverso, o sea, un efecto radioinhibidor cuando el valor de la dosis aplicada alcanzó los 480 Gy.

Se destaca, por otro lado, la existencia de diferencias notables en el efecto de las dosis aplicadas en dependencia del momento de la evaluación, de manera que mientras a los tres días de la siembra las dosis aplicadas mostraron un acentuado efecto radioestimulador de la germinación, excepto la dosis de 480 Gy, a los seis y nueve días este se redujo marcadamente, manifestando dicho efecto a los nueve días solo el rango de dosis de 150-280 Gy.

Durante todo el período germinativo, solo la dosis de 480 Gy mantuvo un ligero efecto radioinhibidor. Por su parte, si bien las dosis de 400 y 440 Gy mostraron un efecto radioestimulador a los tres días de la siembra, a los seis y nueve días se enmarcaron en la región de transición, con porcentajes de germinación inferiores al control pero superiores a la $\text{LD}_{(50)}$, ubicada esta última por encima de los 480 Gy. Tales diferencias en el comportamiento de la germinación sugieren la evaluación del efecto de las dosis aplicadas en etapas avanzadas del proceso germinativo.

Una tendencia similar en el comportamiento de la germinación ha sido descrita (6) para el caso de las semillas de papa, en el cual registraron la región de radioestimulación entre los 200 y 300 Gy, mientras que la región de radioinhibición de este carácter se ubicó en la dosis de 1000 Gy.

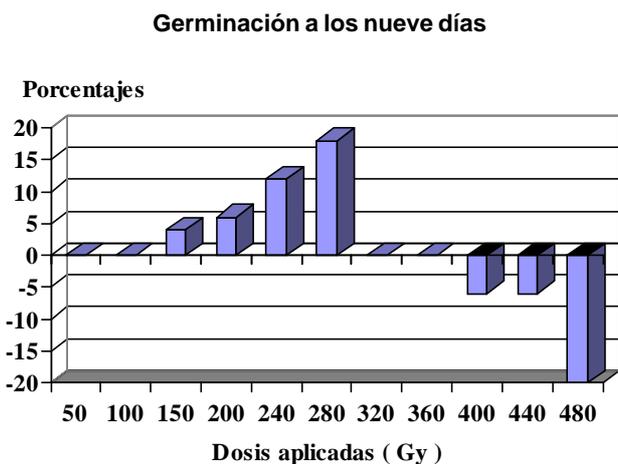
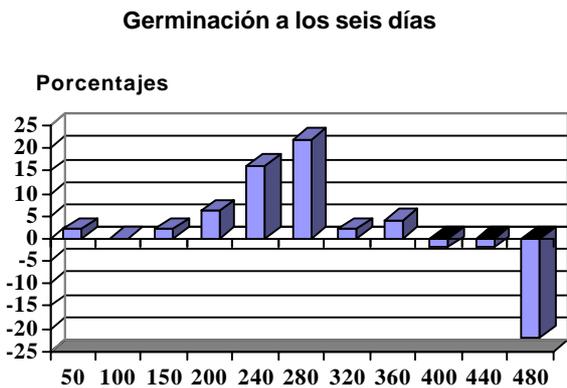
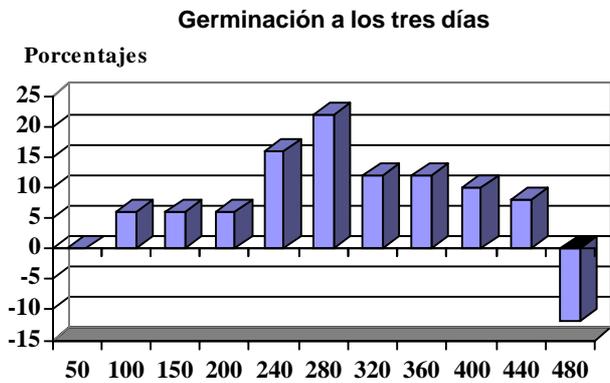


Figura 1. Incremento y/o reducción de la germinación a los tres, seis y nueve días de la siembra

A diferencia de los resultados del presente trabajo, no se ha hallado un efecto apreciable en la germinación de semillas de soya (7), debido a la aplicación de dosis similares de rayos gamma a semillas de la variedad Incasoy-15. Dicha diferencia en los resultados obtenidos pudiera deberse entre otros factores a las reconocidas diferencias en la respuesta de las variedades a las dosis aplicadas (8), o la edad de las plantas en que fueron realizadas las mediciones, dada la influencia de esta en la manifestación del efecto de las dosis aplicadas, tal y como indican los resultados anteriores. Por otro lado, en correspondencia con los resultados del presente estudio, al

evaluar la radiosensibilidad de semillas de Chile jalapeño, se detectó un fuerte decremento en la germinación (9), debido a las dosis de radiación aplicadas. De igual forma, resultados similares a los del presente trabajo han sido destacados, además, en estudios realizados con semillas de papa (6).

La altura de las plantas (Figura 2) medida a los 10, 20 y 50 días de la siembra, mantuvo el patrón de comportamiento general característico de los materiales biológicos irradiados (6)(10), que se caracteriza por un aumento en la altura de las plantas como respuesta a la aplicación de dosis bajas hasta alcanzar un valor máximo, a partir del cual el continuo aumento en las dosis aplicadas provoca una disminución cada vez mayor en la altura que estas logran alcanzar.

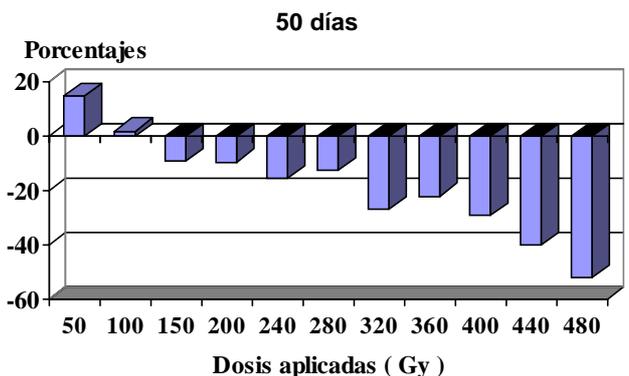
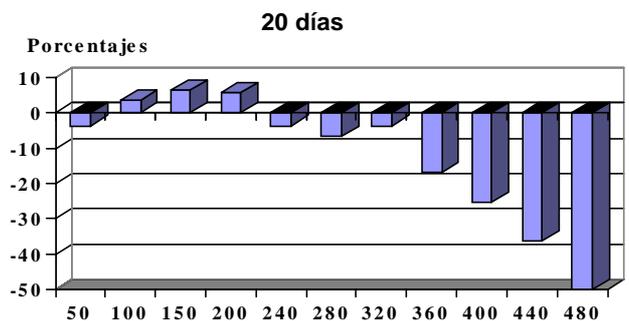
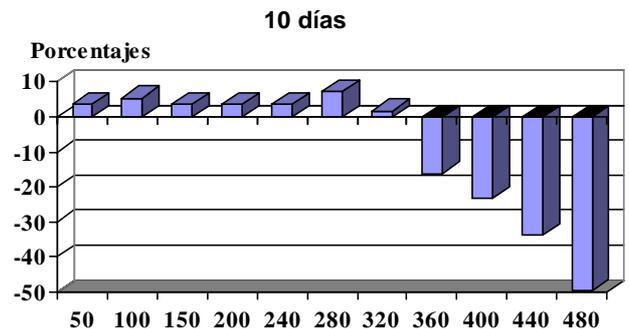


Figura 2. Porcentaje de incremento y/o reducción en la altura a los 10, 20 y 50 días

Si bien la altura de las plantas mantuvo el comportamiento antes descrito durante todo el período evaluado, sí pudo apreciarse de igual forma, en el caso de la germinación, una notable reducción del rango de dosis con un efecto radioestimulador en las etapas más avanzadas del crecimiento de las plantas. Mientras que en la medición realizada a los 10 días de la siembra, el rango de dosis con un efecto radioestimulador fue de 50-320 Gy, a los 20 y 50 días este se redujo hasta los 200 y 100 Gy respectivamente.

En correspondencia con el comportamiento anteriormente señalado, puede apreciarse en las figuras una tendencia marcada en cada una de las dosis aplicadas al aumento en los porcentajes de reducción de la altura de los 10 a los 50 días de la siembra respecto al control, lo que evidencia la existencia de un efecto importante de las dosis no apreciable en etapas muy tempranas del crecimiento del cultivo, lo que reafirma la conveniencia de hacer tales evaluaciones en etapas avanzadas del crecimiento.

Por otro lado, la dosis en que la altura se redujo en un 50 % ($GR_{(50)}$), se ubicó muy próxima a los 480 Gy en cada medición realizada.

Por su parte, la emisión de pares de hojas (Figura 3) mantuvo un comportamiento muy en correspondencia con la altura de las plantas en cada una de las dosis aplicadas, destacándose una región de radioestimulación a los 10 y 20 días de la siembra en el rango de dosis de 50-280 Gy, a partir del cual la emisión de pares de hojas comenzó a disminuir hasta el rango de dosis de 400-480 Gy, en el cual las plántulas germinadas aún a los 10 días de la siembra no habían emitido el primer par de hojas.

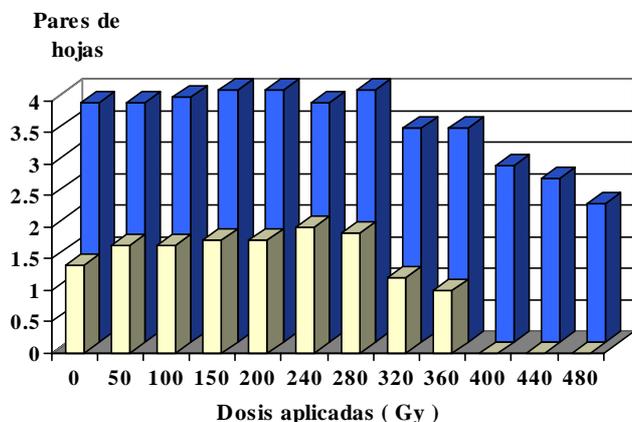


Figura 3. Pares de hojas emitidas

De igual forma que en el caso de las anteriores variables, las plantas provenientes de semillas irradiadas con 240-280 Gy se destacaron del resto por la emisión de pares de hojas.

Las observaciones visuales hechas al momento de cada medición (Tabla I) permitieron detectar a partir de los 20-30 días la presencia de plantas con aspecto raquítrico y hojas trifoliadas muy pequeñas con moteado amarillo en aquellos tratamientos con dosis superiores a los 360 Gy, alcanzando las plantas provenientes de se-

millas irradiadas con las dosis de 440 y 480 Gy porcentajes de supervivencia inferiores al 10 %, en evidente respuesta al efecto de las dosis de irradiación aplicadas.

Tabla I. Resumen de las observaciones visuales

| Dosis (Gy) | Apariencia de planta | Tamaño de hojas | Coloración de hojas | Supervivencia de plantas (%) | Formación de vainas |
|------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------------------|---------------------|
| Control | Normal | Normal | Verde | 100 | Si |
| 50 | Normal | Normal | Verde | 100 | Si |
| 100 | Normal | Normal | Verde | 100 | Si |
| 150 | Normal | Normal | Verde | 100 | Si |
| 200 | Normal | Normal | Verde | 100 | Si |
| 240 | Normal | Normal | Verde | 100 | Si |
| 280 | Normal | Normal | Verde | 100 | Si |
| 320 | Normal | Normal | Verde | 100 | Si |
| 360 | Normal | Normal | Verde | 100 | Si |
| 400 | Raquítica | Pequeño | Amarillo verdoso | 90 | No |
| 440 | Raquítica | Pequeño | Amarillo verdoso | 10 | No |
| 480 | Raquítica | Pequeño | Amarillo verdoso | 5 | No |

Dichas observaciones permitieron apreciar, además, la formación de vainas solo en las plantas procedentes de semillas irradiadas con dosis de hasta 360 Gy, lo que permite sugerir la aplicación de dosis próximas a esta en aquellos trabajos dirigidos a la búsqueda de variabilidad genética en el cultivo, como una vía para el mejoramiento genético de este.

Un comportamiento muy similar en plántulas procedentes de semillas de papa tratadas con dosis de rayos gamma ha sido descrito por otros autores (6), quienes subrayaron la ocurrencia de un efecto irreversible en las semillas irradiadas, las que aún cuando fueron capaces de germinar no lograron alcanzar su máximo crecimiento, mostrando inicialmente coloraciones violáceas para finalmente morir cuando las dosis aplicadas fueron muy altas.

El análisis del comportamiento de cada una de las variables evaluadas, permite señalar que si bien para el caso de otros cultivos la $GR_{(50)}$ puede ser considerada como la dosis más efectiva para la creación de variabilidad genética, en el caso de las plantas productoras de granos como el cultivo de la soya, la inhibición que tales dosis producen en la emisión de vainas resulta una limitante para su aplicación, siendo recomendable para el caso de este último cultivo la aplicación de dosis próximas a los 360 Gy, inferiores al valor de la $GR_{(50)}$, a partir de las cuales se inhibe la producción de vainas.

REFERENCIAS

1. Ferraz de Toledo, J. F., *et al.* Genética y Mejoramiento, En EMBRAPA-CNPSo(ed) El cultivo de la soya en los tropicos: Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, 1995, no. 27, p. 19-36.
2. Verneti, J. Producción de granos y semillas de soya. Roma : Programa de cooperación técnica. 1992, p. 32.

3. Díaz, H., *et al.* Obtención y desarrollo de variedades cubanas de soya en el INIFAT (1904-1994). En 90 años de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, La Habana. Editorial Academia. 1994, p. 33-56.
4. Sedyama, T., *et al.* Melhoramento Genético da soja na ABC Agricultura e Pecuaria S.A: ABC 1985-1986. p. 8-9.
5. Wale, Y. y Morales, C. Radiosensibilidad de la variedad de tomate INCA-17 (*Lycopersicon esculentum*, Mill) a los rayos gamma del ^{60}Co . [Trabajo de Diploma], ISCAH : Facultad de Agronomía, 1992.
6. Fé, C. de la, Romero, M. y Castillo, E. Radiosensibilidad de semillas de papa a los rayos Gamma ^{60}Co . *Cultivos Tropicales*, 1996, vol. 17, no. 3, p. 77-80.
7. Cid, J. A., *et al.* Evaluación del porcentaje de germinación y crecimiento en la variedad de soya Incasoy-15 irradiada con diferentes dosis de ^{60}Co . En XI Seminario Científico del INCA. Libro de resúmenes, 1998, p. 156.
8. González, M. C., *et al.* Efecto radiobiológico de las radiaciones gamma de ^{60}Co . En Dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). En XI Seminario Científico del INCA. Libro de Resúmenes, 1998.
9. Cid, J. A., *et al.* Radiosensibilidad en semillas de Chile jalapeño (*Capsicum annuum*) irradiadas con diferentes dosis de rayos Gamma de ^{60}Co . En XI Seminario Científico del INCA. Libro de resúmenes, 1998, p. 146.
10. Pérez, S., *et al.* Radiosensibilidad de diferentes variedades de tomate a los rayos gamma de ^{60}Co . En Ciencias de la Agricultura, vol. 16, 1983.

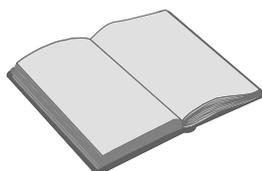
Recibido: 25 de agosto de 1999

Aceptado: 26 de noviembre de 1999

CURSO DE VERANO 2000

Producción y manejo de biofertilizantes en condiciones del trópico

Coordinador: Dr.C. Nicolás Medina Basso
Fecha: 9 al 13 de agosto
Duración: 30 horas
Matrícula 200 USD



Para más información diríjase a:

Dr.C. Walfredo Torres de la Noval
Dirección de Educación y Relaciones Públicas
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas(INCA)
Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,
La Habana, Cuba CP 32700
Telf: (53)(64) 6-3867, 6-3773
Fax: (53)(64) 6-3867
e-mail: posgrado@inca.edu.cu