

RADIOSENSIBILIDAD DE CULTIVARES DE AJO (*Allium sativum* L.)¹

Luis Pérez Moreno²

RESUMEN

El ajo es una especie que sólo se reproduce asexualmente y el avance en su fitomejoramiento ha sido frenado por una reducida variabilidad genética. Una forma de incrementar dicha variabilidad es por medio de la inducción artificial de mutaciones. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de radiaciones gamma Co⁶⁰ (0, 500, 750 y 1000 rad) en la emergencia y vigor de planta de 14 cultivares de ajo, así como establecer las dosis letales medias. El experimento se efectuó en el estado de Guanajuato, México, durante el ciclo otoño-invierno de 1987-88, en un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con tres repeticiones. Los resultados indicaron que los cultivares de ajo morado (como Hermosillo, Chileno V.O. y Nápuri) presentaron mayor número y vigor de plantas emergidas que cultivares de tipo blanco (como Blanco de Cortazar y Blanco de Durango). La dosis que indujo el menor número de plantas emergidas y el menor vigor fue 1,000 rad. Asimismo, los cultivares de ajo morado tuvieron dosis letales medias que variaron de 0 a 49.01, mientras que en los de tipo blanco las dosis variaron de 31.08 a 99.29.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Radiación gamma, mutaciones, vigor de planta, dosis letales.

¹ Investigación financiada por DGICSA-SEP, mediante los convenios No. C87-01-0324 y C88-01-0152.

² Profesor-Investigador de la Escuela de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Guanajuato. Apartado Postal 311. Irapuato, Gto.

SUMMARY

Garlic is one specie only reproduced by asexual means; its breeding progress has been slowed down as a result of a rather limited genetic variability. This variability can be increased by artificially induced mutations. The purpose of this study was to determine the effect of four gamma Co⁶⁰ radiation dosis (0, 500, 750, and 1,000 rad) on plant emergence and vigor of 14 garlic cultivars, as well as to establish the lethal medium dosis rates. The experiment was conducted at the State of Guanajuato, México, during the 1987-88 autumn-winter cycle. An split plot design replicated three times was used. Results indicated that the purple type garlics (as Hermosillo, Chileno V.O., and Nápuri) yielded higher numbers of emerged plants, and these plants had more vigour than the white types (as Blanco de Cortazar and Blanco de Durango). The 1,000 rad radiation rate caused the lowest number of emerged plants and vigor indexes. Also, the purple garlic cultivars showed variations from 0 to 49.01 in the lethal dosis rates; while the white ones showed variations from 31.08 to 99.29.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Gamma irradiation, mutations, plant vigour, lethal dosis.

INTRODUCCION

La obtención de variedades mejoradas requiere explotar la variabilidad genética mediante la selección de los caracteres más adecuados. Sin embargo, cuando la variación genética deseada no existe en la naturaleza, aparece ligada a genes indeseables, o se requiere reducir el tiempo de obtención de las nuevas combinaciones genéticas, entonces el fitomejorador necesita otras vías que le permitan alcanzar el objetivo planteado (Donini *et al.*, 1984). Las radiaciones ionizantes son un instrumento valioso para alterar el genoma; su utilización en el

fitomejoramiento permite obtener nuevas formas, frecuentemente reduciendo el tiempo para obtenerlas, respecto a los métodos tradicionales. Estos radiomutantes permiten incrementar las reservas genéticas de los bancos de germoplasma, y además pueden ser usados en programas de mejoramiento, por lo que el efecto de las irradiaciones se hace un continuo. Por esto, la radioinducción de mutaciones es actualmente, una técnica auxiliar en el mejoramiento de reconocida utilidad en el mundo (Sigurbjörsson y La Chance, 1987).

En el caso del ajo, que es una especie que sólo se propaga vegetativamente, las mutaciones son la única fuente de variación genética disponible para el fitomejoramiento (Mc Collum, 1976; Koul *et al.*, 1979). Para tener éxito al emplear las irradiaciones ionizantes para la inducción de mutaciones, es imprescindible responder acertadamente a la pregunta "¿qué dosis de irradiación aplicar y cómo elegir ésta con eficacia y economía de recursos?" (Pérez, 1988).

Con base en lo anterior, se planteó el presente estudio con el propósito de determinar el efecto de la irradiación en la emergencia y vigor de planta de ajo, así como establecer las dosis letales medidas (DLM), para cada uno de los cultivares y dosis evaluadas.

REVISION DE LITERATURA

Sklyar (1973) indica que la dosis letal de rayos gamma depende del genotipo de ajo; menciona que dosis superiores a 1,000 rad dejan a la planta muy dañada y dosis de 400 a 500 rad inducen la aparición de formas subletales de las cuales algunas sobreviven hasta la cosecha, y añade que las formas mutantes pueden aparecer en la generación M_1 . Por su parte, Choudhari y Dyansagar

(1982) encontraron que los mejores tratamientos mutagénicos para irradiar dientes y bulbos de ajo fueron inferiores a 1,000 rad, usando el mutágeno físico rayos gamma.

Mackey (1984) señala que una de las limitantes más serias de la metodología de mutaciones inducidas es la necesidad de detectar variantes genéticas relativamente raras en poblaciones grandes, para lo cual se necesitan métodos y ambientes efectivos de selección. Al respecto, Donini *et al.* (1984) indican que en los últimos 50 años, se han desarrollado cerca de 500 variedades de plantas, aproximadamente 300 de reproducción asexual y 200 de reproducción sexual, mediante la inducción de mutaciones.

Pérez (1988) irradió propágulos del clon de ajo Guadalupe-15 con rayos gamma, encontrando que con la dosis de 500 rad se redujo la altura de planta entre 10 y 20%, con 1,000 rad se redujo el 50% y finalmente, con la dosis de 2,000 rad la altura se redujo del 70 al 80%, con respecto al testigo sin irradiar.

Rosario y Miranda (1990) irradiaron las variedades de ajo Ilocos White y Laguna Strain con rayos gamma en dosis de 0, 500, 600, 800 y 1,000 rad, encontrando que en ningún cultivar sobrevivió planta alguna con la dosis de 1,000 rad. Asimismo, al analizar los resultados de la generación M_2 , no se encontraron diferencias entre tratamientos para las variables diámetro y peso de bulbo.

MATERIALES Y METODOS

Se emplearon 14 cultivares de ajo: siete del tipo morado, cuatro blancos y tres criollos regionales. De cada cultivar se irradiaron 2,000 propágulos vegetativos (dientes) con cada una de las siguientes dosis de rayos gamma de Co^{60} : 0, 500, 750 y

1,000 rad. La irradiación se hizo en la fuente (Gammacell 220) propiedad del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Estos propágulos se sembraron en Jocoqui, Mpio. de Apaseo el Grande, Gto., durante el ciclo otoño-invierno de 1987-88.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con tres repeticiones. La parcela grande se asignó al factor cultivares y la chica le correspondió al factor dosis de irradiación. La parcela experimental constó de dos surcos de 7.5 m de largo por 1.0 m de ancho. La variable plantas emergidas se analizó con estadística paramétrica y la variable vigor de planta con estadística no paramétrica. La comparación múltiple de medias se hizo por medio de la prueba de Tukey.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- a) Número de plantas emergidas.
- b) Vigor de planta: Medido con una escala subjetiva del 1 al 5, en función del efecto de la irradiación, donde, 1= No afectado, 2= Ligeramente, 3= Medianamente, 4= Fuertemente, 5= Intensamente afectado.
- c) Con el número de plantas emergidas se calculó la dosis letal media (DLM), por medio de la fórmula.

$$DLM = 1 - \frac{\text{Número de plantas emergidas con la dosis "X"}}{\text{Número de plantas emergidas en el testigo (sin irradiación)}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Número de plantas emergidas

En el análisis de varianza se detectaron diferencias significativas para cultivares, dosis de irradiación, así como para la interacción cultivares por dosis, con un C.V. del 18%. En el Cuadro 1 se observa que el mayor número de plantas emergidas se presentó en el testigo y, como era de esperarse, el menor se obtuvo con la dosis de 1,000 rad. Los resultados también muestran que los cultivares difieren en su respuesta a la irradiación, pues los tipos morados y criollos regionales de ajo resultaron menos sensibles que los cultivares blancos, lo cual, en parte concuerda con Rosario y Miranda (1990), quienes indican que al irradiar los cultivares de ajo del tipo blanco Ilocos White y Laguna Strain con la dosis de 1,000 rad, no logró sobrevivir ninguna planta. Asimismo, al comparar las medias para la interacción de cultivares por dosis, destacan los cultivares Chileno V.O., Nápuri y Hermosillo, los cuales aún a 1,000 rad tuvieron un número de plantas emergidas estadísticamente igual al testigo; esto es importante, ya que si no se lograran generar los mutantes esperados con las dosis de irradiación empleadas en este estudio, se tendría todavía posibilidades de generarlos incrementando las dosis.

Vigor de planta

En el análisis de varianza también se presentaron diferencias altamente significativas para cultivares, dosis de irradiación y para la interacción de cultivares por dosis, con un C.V. del 26%. En el Cuadro 2 se observa que el mayor vigor de planta se tuvo con el testigo sin irradiar en

Cuadro 1. Número de plantas emergidas de 14 cultivares de ajo irradiados con cuatro dosis de rayos gamma de Co⁶⁰.

Cultivares	Tipo	Dosis de irradiación (rad)				Promedio
		0	500	750	1000	
Chileno V.O.	Morado	213 a ¹	238 a	185 a	171 a	202 b ²
Massone	Morado	246 a	222 ab	209 ab	161 b	209 ab
Nápurí	Morado	256 a	246 a	216 a	179 a	224 ab
Hermosillo	Morado	302 a	255 a	281 a	253 a	273 a
Cristal	Blanco	357 a	240 b	203 b	57 c	215 ab
Criollo de Guatemala	Criollo					
	Regional	262 a	276 a	252 a	168 b	240 ab
Criollo de Nacajuca	Criollo					
	Regional	348 a	214 bc	259 b	133 c	238 ab
Blanco de Cortazar	Blanco	333 a	128 b	34 c	4 c	125 cd
Blanco de Durango	Blanco	282 a	122 b	20 c	2 c	106 d
Chileno San Javier	Morado	223 ab	224 ab	234 a	149 b	208 ab
Pocitas	Morado	277 a	261 a	245 ab	169 b	238 ab
Criollo de Nicaragua	Criollo					
	Regional	297 a	238 a	232 a	111 b	220 ab
Blanco de Egipto	Blanco	336 a	231 b	210 bc	131 c	227 ab
Chileno Com-puesto No. 1	Morado	<u>252 a</u>	<u>198 ab</u>	<u>156 b</u>	<u>129 b</u>	184 bc
Media		285 a ³	221 b	195 c	130 d	

¹ Comparación de las 4 dosis dentro de cada genotipo.

² Letras iguales indican que los cultivares no son diferentes entre sí ($\alpha = 0.05$).

³ Letras iguales indican que las dosis no son diferentes entre sí ($\alpha = 0.05$).

Cuadro 2. Efecto de las dosis de irradiación sobre el vigor de planta de 14 cultivares de ajo.

Cultivares	Tipo	Dosis de irradiación (rad)				Promedio
		0	500	750	1000	
Blanco de Cortazar	Blanco	2.0 b ¹	4.0 a	5.0 a	5.0 a	4.00 a ²
Blanco de Durango	Blanco	1.0 b	4.0 a	5.0 a	5.0 a	3.75 a
Criollo de Guatemala	Criollo Regional	2.0 bc	1.3 c	2.7 ab	3.7 a	2.42 b
Blanco de Egipto	Blanco	1.3 c	2.0 bc	2.7 ab	3.7 a	2.42 b
Criollo de Nicaragua	Criollo Regional	1.0 c	2.0 bc	2.6 ab	3.7 a	2.33 bc
Criollo de Nacajuca	Criollo Regional	1.7 b	1.3 b	2.3 ab	3.3 a	2.17 bcd
Cristal	Blanco	1.0 b	1.0 b	2.0 ab	3.0 a	1.75 bcd
Chileno V.O.	Morado	1.3 ab	1.0 b	1.7 ab	2.3 a	1.58 bcd
Chileno San Javier	Morado	1.0 b	1.3 b	1.0 b	3.0 a	1.58 bcd
Hermosillo	Morado	1.7 ab	1.0 b	1.0 b	2.3 a	1.50 bcd
Chileno Com-puesto No. 1	Morado	1.0 b	1.0 b	1.7 ab	2.3 a	1.50 bcd
Massone	Morado	1.0 b	1.0 b	1.3 b	2.7 a	1.50 bcd
Nápuri	Morado	1.0 b	1.0 b	1.3 ab	2.3 a	1.42 cd
Pocitas	Morado	<u>1.0 b</u>	<u>1.0 b</u>	<u>1.0 b</u>	<u>2.3 a</u>	1.33 d
Media		1.31 c ³	1.62 c	2.24 b	3.19 a	

¹ Comparación de las 4 dosis dentro de cada genotipo.² Letras iguales indican que los cultivares no son diferentes entre sí ($\alpha = 0.05$).³ Letras iguales indican que las dosis no son diferentes entre sí ($\alpha = 0.05$).

comparación con el menor vigor que presentó la dosis de 1,000 rad, y que los cultivares del tipo blanco produjeron plantas menos vigorosas que las de tipo morado. Estos resultados en los cultivares del tipo blanco coinciden con los de Sklyar (1973), y de Rosario y Miranda (1990); quienes al irradiar con dosis de 1,000 rad obtuvieron plantas muy dañadas, e incluso, sin sobrevivir; en cambio, los resultados obtenidos con los cultivares del tipo morado coinciden con los de Pérez (1988), quien indica que al irradiar el clon Guadalupe-15 con dosis de 2,000 rad aún alcanzó a tener plantas emergidas, pero de un vigor muy pobre. Conviene destacar que los tres cultivares de mayor número de plantas sobrevivientes a la dosis de 1,000 rad de este estudio (Chileno V.O., Nápuri y Hermosillo) aún conservaron un buen vigor de planta (2.3) en los tres casos, lo cual es prometedor.

Dosis letal media

En el Cuadro 3 se confirma que en los cultivares de ajo Blanco de Cortazar, Blanco de Durango y Criollo de Nicaragua con la dosis de 1,000 rad se llegó casi a la dosis letal media de 100%, por lo cual ya no se puede incrementar más la dosis de irradiación ya que no se lograría tener plantas emergidas. En cambio, en los cultivares de ajo del tipo morado y en algunos criollos regionales, las dosis letales medias obtenidas con la dosis de irradiación más alta (1,000 rad) no alcanzó a llegar a 50%, por lo que de ser necesario se pueden incrementar las dosis de irradiación con la seguridad de tener todavía plantas emergidas. Es conveniente aclarar que los valores negativos que se presentan en ese cuadro pueden haber sido ocasionados por un efecto estimulante de las dosis bajas de irradiación que en ocasiones provocan un mayor número de plantas emergidas que en el testigo.

CONCLUSIONES

En general, los tipos de ajo de color morado (Hermosillo, Chileno V.O. y Nápuri, entre otros) presentaron mayor número de plantas emergidas y mayor vigor, una vez irradiadas, que los de color blanco como Blanco de Cortazar y Blanco de Durango.

En los cultivares de ajo morado evaluados se tuvieron dosis letales medias que variaron de 0 a 49.01; en cambio, en los de tipo blanco variaron de 31.08 a 99.29.

BIBLIOGRAFIA

- Choudhari, A. and V.R. Dyansagar. 1982. Morphological mutants in garlic. *J. Indian Bot. Soc.* 61: 85-92.
- Donini, B., T. Kawai, and A. Micke. 1984. Spectrum of mutant characters utilized in developing improved cultivars. In: Selection in Mutation Breeding (Proc. Consultants Meeting). Vienna, 1982. International Atomic Energy Agency. Vienna. pp. 7-31.
- Koul, A.K., R.N. Gohil, and A. Langer. 1979. Prospects of breeding improved garlic in the light of its genetic and breeding systems. *Euphytica* 28:457-464.
- Mackey, J. 1984. Selection problems and objectives in mutation breeding. In: Selection in Mutation Breeding. (Proc. Consultants Meeting). Vienna, 1982. International Atomic Energy Agency. Vienna. pp. 35-48.
- Mc Collum, G.D. 1976. Onions and allies. In: N.W. Simmonds (ed.). *Evolution of Crop Plants*. Logman, London. pp. 186-190.
- Pérez, T.S. 1988. Estudio de la radiosensibilidad de variedades de especies de importancia agrícola en Cuba. Tesis Doctoral. Instituto de Investigaciones Científicas en Radiología Agrícola Aplicada. Moscú, U.R.S.S. 137 p.

Cuadro 3. Dosis letales medias obtenidas para 14 cultivares de ajo a tres dosis de irradiación gamma Co⁶⁰.

Cultivares	Tipo	Dosis de irradiación (rad)		
		500	750	1000
Chileno V.O.	Morado	- 11.59	13.13	19.69
Massone	Morado	9.77	15.06	34.46
Nápuri	Morado	3.78	15.63	30.08
Hermosillo	Morado	15.56	7.06	16.23
Cristal	Blanco	32.62	43.08	84.11
Criollo de Guatemala	Criollo Regional	- 5.34	3.81	36.09
Criollo de Nacajuca	Criollo Regional	38.60	25.48	61.88
Blanco de Cortazar	Blanco	61.70	89.70	98.70
Blanco de Durango	Blanco	56.86	93.03	99.29
Chileno San Javier	Morado	- 0.30	- 4.78	33.13
Pocitas	Morado	5.89	11.78	
Criollo de Nicaragua	Criollo Regional	19.84	21.97	38.94 96.19
Blanco de Egipto	Blanco	31.08	37.44	60.87
Chileno Com- puesto No. 1	Morado	<u>21.40</u>	<u>38.31</u>	<u>49.01</u>
Media		22.37	31.36	54.39

Rosario, T. L. and M.B. Miranda. 1990. Induced mutation in garlic (*Allium sativum* L.). Sinopsis Extensas: Simposio Internacional sobre la Contribución de la Fitotecnia por Mutaciones al Mejoramiento de los Cultivos. International Atomic Energy Agency. Vienna. pp. 135-136.

Sklyar, J.E. 1973. The induction of somatic chemical and radiation mutants in garlic. In: Biofiz Issled Kishinev, Moldavian. U.R.S.S. Stiinca. pp. 90-95.

Sigurbjörnsson, B. and L. E. La Chance. 1987. The IAEA and the green revolution. IAEA Bulletin 29 (3): 38-42. Vienna.

En el proceso editorial del Vol. 13 Núm. 1 de la Revista Fitotecnia Mexicana colaboraron las siguientes personas:

TIPOGRAFIA COMPUTARIZADA:

Rosario Sabbagh Estrada

DIBUJO:

Moisés Aguilar Castillo

COORDINACION GENERAL:

Dr. Leopoldo E. Mendoza Onofre