

## Rendimiento de dos líneas mutantes de soya para consumo humano

**Salmerón Erdosay Jesus<sup>1</sup>.; Cervantes Santana Tarcicio<sup>1,2</sup>.; Mastache Lagunas, A. A<sup>1</sup>.; De la Cruz Torres Eulogio<sup>3</sup>.; García Andrade Juan Manuel<sup>3</sup>, Falcón Bárcenas, Thelma<sup>3</sup>.; Díaz Villanueva, G. E<sup>1</sup>.; Valencia Espinosa F<sup>1</sup>.; Ranfla Castro Ricarda,<sup>1</sup> y Meléndez Pérez, M<sup>1</sup>.**

<sup>1</sup>CSAEGro ([csaegro@prodigy.net.mx](mailto:csaegro@prodigy.net.mx)). Iguala, Guerrero, México. Tel. y Fax 01 733 (33) 24328, <sup>2</sup>Instituto de Recursos Genéticos y Productividad (IREGEP) Colegio de Postgraduados, <sup>3</sup>Departamento de Biología. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Carretera México Toluca S/N, La Marquesa, Ocoyoacac, México. C. P. 52750 ([ect@nuclear.inin.mx](mailto:ect@nuclear.inin.mx)).

### RESUMEN

El trabajo se ejecutó con el objetivo de evaluar el rendimiento y el comportamiento agronómico de 2 líneas mutantes de soya para consumo humano, obtenidas mediante un proceso de irradiación recurrente de semilla de soya ISAAEG-BM<sub>2</sub> con gammas de Co<sup>60</sup> y selección en la generación R<sub>4</sub>M<sub>18</sub>. Para la variable rendimiento no observaron diferencias estadísticas significativas, pero considerando el resto de las características agronómicas evaluadas las líneas mutantes L<sub>6</sub> y Bombona fueron sobresalientes con valores de 3,934.6 y 3,806.8 kg ha<sup>-1</sup> al 15% de humedad de grano, además poseen excelentes características genéticas resultado de las irradiaciones y selecciones de estos nuevos materiales genéticos.

### Introducción

El cultivo de la soya, [*Glycine max* (L.) Merrill] alcanza cada día mayor importancia, debido a la necesidad de utilizar el grano en la alimentación humana y además como materia prima en la elaboración de alimentos concentrados para el ganado. La calidad de la proteína y el alto contenido de la misma en el grano de soya hacen que en la actualidad, casi todos los países exploren sus posibilidades de producir su propia soya para no depender de importaciones.

En México se cultivan alrededor de 50 mil hectáreas de soya en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal y en otoño-invierno 4 mil hectáreas en condiciones de riego; pero existen condiciones favorables del mercado para que esta superficie se incremente en el mediano plazo, aprovechando las 830 mil hectáreas con potencial productivo que existen en el país para la producción de este cultivo (Comité Nacional Sistema-Producto Oleaginosas, 2008). Nuestro país, es uno de los grandes importadores de esta oleaginosa, debido a que ofrece mayor rendimiento de pasta (72%) y su contenido proteico es superior al de otras oleaginosas, siendo un producto muy

atractivo para la industria de alimentos balanceados. Del total de las importaciones de oleaginosas cerca del 73% corresponde a la semilla de soya (Claridades Agropecuarias, 2005).

Para contribuir a resolver el problema de las importaciones el mejoramiento genético juega un papel muy importante, ya que gracias a él se pueden obtener nuevas variedades con características óptimas de rendimiento, calidad y adaptabilidad. En la actualidad, el rendimiento de las variedades comerciales es bajo, es por esto que el CSAEGro está realizando estudios en este cultivo mediante el método de selección e irradiación recurrente con gammas de Cobalto<sup>60</sup>, con el objetivo de identificar líneas que superen en rendimiento a las variedades testigo y obtener información del comportamiento agronómico de las líneas mutantes.

### Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el campo experimental del Centro de Estudios Profesionales (CEP), perteneciente al Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGro), ubicado en el km 14.5 de la

carretera Iguala-Cocula, se encuentra entre las coordenadas 18° 14' 26" Latitud Norte y 99° 39' 46" Longitud Oeste, a una altitud de 640 msnm, con una precipitación y temperatura promedio anual de 767 mm y 25 °C, respectivamente. El clima predominante para esta área, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificado por García (1988), es de tipo Aw0 (w) (i) g, el cual indica que se trata del clima más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano.

**Material genético.** El material genético utilizado fueron 2 líneas mutantes en R<sub>4</sub>M<sub>18</sub> (L<sub>6</sub> y Bombona), las cuales fueron obtenidas mediante un proceso de irradiación recurrente, irradiando el material genético en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), en el Gamacell 220, más 7 testigos de soya (Cuadro 1), los cuales representan una amplia gama de variabilidad genética.

#### **Tratamiento y diseño experimental.**

Los nueve genotipos fueron distribuidos bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con 3 repeticiones dando un total 27 unidades experimentales, donde la unidad experimental quedó formada por 3 surcos de 7 m de longitud con una separación entre surcos de 0.81 m y una separación entre repeticiones de 1.5 m. La parcela útil estuvo constituida por el surco central eliminando 0.25 m en cada extremo por efecto de bordo, generando una superficie de 5.265 m<sup>2</sup>.

**Manejo del cultivo.** Se realizó de manera mecánica como en la región, que consiste de un barbecho, un rastreo y un surcado de 0.81 m entre surcos. La siembra se realizó a chorrillo el día 24 de julio del 2008 con una densidad superior en 20% a la recomendada, para posteriormente efectuar el aclareo y obtener la densidad de población deseada. Después de la siembra se aplicó una mezcla de los herbicidas SENCOR 70% PH más GRAMOXONE a razón de 200 ml por bomba aspersora de mochila con capacidad de 15 litros. El

ajuste de población se realizó a los 33 días después de la siembra de forma manual, dejando una distancia entre plantas de 12 cm para tener una población de 58 plantas por surco de 7 m. Para la fertilización se utilizó el tratamiento 60-40-00, como fuente de N se usó el Sulfato de Amonio (20.5% de N), como fuente de P el Superfosfato de Calcio Simple (19.5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), realizando una sola aplicación a chorrillo el día 22 de agosto del 2008 utilizando 243 g por surco. Con respecto a plagas y enfermedades no fue necesario realizar aplicaciones pues el material genético utilizado es resistente.

**Variables de respuesta.** Los datos obtenidos se consideraron dos fases: el desarrollo y la cosecha. Para observar el desarrollo de las plantas se realizan varias visitas al campo, para evaluar las siguientes características: días al 50% de floración y días al 100% de floración (Fehr y Caviness, 1977). La cosecha se realizó una vez que las plantas contaron con el 95% de las vainas secas y con un porcentaje de humedad de 15 a 18%. Cabe mencionar que antes de realizar la cosecha, se colectaron 10 plantas al azar de la parcela útil para después obtener las siguientes variables de respuesta: altura de la planta, altura a la primera vaina, diámetro del cuello de la planta, número de ramas por planta, número de vainas por planta, número de vainas vanas por planta, número de granos por planta, número de granos chupados por planta y rendimiento de grano kg ha<sup>-1</sup> al 15% de humedad. Después de realizar los pesos del grano de cada tratamiento, se procedió a meter 100 gramos de cada genotipo a la estufa térmica durante 72 horas a 70 °C para determinar por diferencia el porcentaje de humedad al momento de la cosecha. Para realizar el ajuste del 15% de humedad se utilizó la fórmula de Salmerón y Ortega (1991).

Cuadro 1. Descripción de algunas características de los genotipos utilizados en el presente estudio en Cocula, Guerrero, 2008.

No. de orden	Genotipos	Tamaño de grano	Peso de 100 semillas (g)	Testa	Color de testa	Color de hilio
1	*Huasteca-100	Mediano	16	Lisa opaca	Amarillo claro	Rojo claro
2	*UFV-1	Mediano	17	Lisa brillante	Amarillo claro	Café claro
3	*Esperanza	Mediano	18	Lisa brillante	Amarillo claro	Negro
4	*Héctor	Mediano	17	Lisa brillante	Café claro	Negro
5	*Cristalina	Mediano	15	Lisa opaca	Amarillo claro	Rojo
6	*Santa Rosa	Mediano	16	Lisa brillante	Café claro	Rojo
7	*BM <sub>2</sub>	Mediano	16	Lisa opaca	Amarillo claro	Negro
8	L <sub>6</sub>	Mediano	16	Lisa opaca	Amarillo claro	Negro oscuro
9	Bombona	Grande	20	Lisa opaca	Crema	Negro

\*Testigo.

**Días al 50 y 100% de floración.** Para estas variables no se realizó análisis de varianza, por no manifestar variación en los genotipos evaluados, observándose que los testigos BM<sub>2</sub> y Esperanza fueron los más precoces y las líneas mutantes L<sub>6</sub> y Bombona fueron las más tardías. Para las variables altura a la primera vaina, número de vainas vanas por planta, número de granos por planta, número de granos chupados por planta, rendimiento de grano kg ha<sup>-1</sup> al 15% de humedad, en el análisis de varianza no se manifestaron diferencias significativas, siendo iguales estadísticamente.

**Altura de la planta.** Esta característica exhibió diferencias altamente significativas en el análisis de varianza (Cuadro 2). Con la prueba de comparación de medias de Tukey se observó que la altura de la planta alcanzada por Bombona y L<sub>6</sub> superó de manera significativa a los tratamientos testigo 7, 2 y 4, respectivamente. González (2008), encontró que la altura de la planta obtenida por la línea 1

destacó de manera significativa a las líneas 19 y 18 así como a los testigos. A la vez la altura de planta de dichos testigos fue superada por todas las líneas evaluadas.

**Diámetro del cuello de la planta.** Esta variable manifestó diferencias significativas (Cuadro 2). Con la prueba de comparación de Tukey, los tratamientos 9, 8, 2, 5, 6, 7 y 1 son estadísticamente iguales, numéricamente la línea Bombona y L<sub>6</sub> fueron las más sobresalientes con 13.667 y 12.667 mm y los de menor diámetro correspondieron a los tratamientos Esperanza y Héctor con 7.667 y 7.667 mm, respectivamente. Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con Ortíz (2006), en el cual indica que el mayor diámetro correspondió a la línea L<sub>19</sub> (12.65 mm), seguida de la línea L<sub>24</sub> (12.53 mm); mientras que los tratamientos testigo (Héctor y Esperanza) y la línea L<sub>5</sub> fueron los de menor diámetro con 5.24, 5.53 y 8.02 mm, respectivamente.

**Número de ramas por planta.** Para esta característica se encontraron diferencias altamente significativas (Cuadro 2). Para la prueba de comparación Tukey se observó que los tratamientos 9, 8, 5, 2, 6, 1, y 4 son iguales, en cambio para los tratamientos 3 y 7 expresaron un menor número de ramas por planta. Resultados similares con tres testigos de este estudio fueron detectados por (Bárceñas,1999), en los que las variedades BM<sub>2</sub> (5.08), Santa Rosa (5.20) y UFV-1 (6.30) mostraron los valores más bajos para esta variable.

**Número de vainas por planta.** En esta variable se detectaron diferencias significativas (Cuadro 2). En la prueba de comparación de medias de Tukey, se observa que los tratamientos 6, 9, 8, 5, 2, 1 y 3 alcanzaron el mayor número de vainas por planta, logrando superar al testigo BM<sub>2</sub>. Palemón (1999), obtuvo resultados similares en la cantidad de vainas de las líneas mutantes evaluadas siendo el testigo (variedad BM<sub>2</sub> 33) el tratamiento de menor número de vainas obtenidas.

Cuadro 2. Resumen del análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey (0.05), para las variables altura de la planta, diámetro del cuello de la planta, número de ramas por planta y número de vainas por planta en el presente estudio en Cocula, Guerrero, 2008.

No. De orden	Genotipos	Altura de planta	Diámetro del cuello de la planta	Número de ramas por planta	Número de vainas por planta
1	* Huasteca-100	53.333	9.333 ab	3.3333 ab	100.67 abc
2		ab**	11.000 ab	4.3333 ab	116.67 abc
3	* UFV-1	27.333	7.667 b	2.6667 b	89.00 abc
4	* Esperanza	bc	7.667 b	3.3333 ab	70.33 bc
5	* Héctor	37.333	10.667 ab	4.6667 ab	125.00 abc
6	* Cristalina	abc	10.333 ab	4.0000 ab	177.00 a
7	* Santa Rosa	29.330	10.000 ab	2.6667 b	60.00 c
8	* BM <sub>2</sub>	bc	12.667 ab	5.3333 a	160.67 ab
9	L <sub>6</sub> Bombona	43.333 abc 43.000 abc 24.667 c 62.667 a 65.000 a	13.667 a	5.3333 a	169.67 a

\*Testigo.

\*\*Medias agrupadas con la misma letra son estadísticamente iguales.

Fc	7.11 **	3.37 *	5.05 **	5.09 *
CV	22.58	18.38	20.09	27.78

\* = Significativo.  
variación.

\*\* = Altamente significativo.

CV = Coeficiente de

## Conclusiones

### VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos e hipótesis planteados y resultados obtenidos se tienen las siguientes conclusiones:

1. En la variable altura de la planta las líneas mutantes Bombona y L<sub>6</sub> exhibieron las mayores alturas.

2. En la variable diámetro del cuello de la planta y número de ramas por planta las líneas mutantes Bombona y L<sub>6</sub> asumieron los mayores valores.
3. En la variable número de vainas por planta la variedad Santa Rosa y las líneas mutantes Bombona y L<sub>6</sub> fueron las de mejor valor.
4. En rendimiento de grano kg ha<sup>-1</sup> al 15% de humedad no se encontró diferencias estadísticas, sin embargo las características agronómicas más sobresalientes fueron obtenidas por las líneas mutantes L<sub>6</sub> y Bombona resultado de la irradiación y selección durante el proceso de generación de estos nuevos materiales genéticos.

con Co<sup>60</sup>. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGro). Cocula, Guerrero, México. 81 p.

Salmerón E., J. y Ortega C., A. 1991. Instructivo en el manejo de ensayos, registros de datos, fenología y producción de semilla mejorada en variedades de maíz. Departamento de Fitotecnia. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGro). 66 p.

### REFERENCIAS

Comité Nacional Sistema-Producto Oleaginosas. 2008. Proyecto nacional de investigación de soya. En: [http://www.oleaginosas.org/art\\_221.shtml](http://www.oleaginosas.org/art_221.shtml) (Fecha de consulta: 10/08/2009).

Fehr, W. R. and Cavinnes, C. E. 1997. Stages of soybean development. Special report 80. Agriculture and home economics experiment station. Iowa State University of Science and Technology. Ames, Iowa. 11 p.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Edición. México, D. F. 114 p.

Gonzales V., M. 2008. Rendimiento de 23 líneas mutantes de soya para consumo humano. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGro). Cocula, Guerrero, México. 57 p.

Ortíz D., M. 2006. Rendimiento de ejote de 34 líneas de soya para consumo humano en R<sub>4</sub>M<sub>18</sub>. Tesis de Licenciatura. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGro). Cocula, Guerrero, México. 80 p.

Palemón A., F. 1999. Evaluación de 33 líneas de soya [*Glycine max* (L.) Merrill] para consumo humano obtenidas por selección e irradiación gamma recurrente