

## Tolerancia a la salinidad de cuatros genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L)

### Tolerance of four genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L) to salinity

Katia Yamirka Alarcón Barrero<sup>\*1</sup>, Raúl López Sánchez<sup>1</sup>, Reinier Avilés Flores<sup>1</sup>, Irenia Aguilera Garcés<sup>1</sup>, Mercedes Fernández Pascual<sup>2</sup>.

1 Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo km 17 ½, Bayamo, Granma, Cuba.

2 Centro de Ciencias Medio Ambientales de Madrid. Madrid, España.

E-mail: kalarcon@udg.co.cu

---

**RESUMEN.** El experimento se desarrolló en condiciones de campo, en el período comprendido de enero a abril del año 2009, en la finca Armas, Babiney, municipio de Cauto Cristo, Granma. Se evaluaron cuatros variedades del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), con el objetivo de contribuir al incremento del rendimiento agrícola del mismo en ecosistemas afectados por salinidad. En el experimento se sembraron 30 plantas por variedad, utilizando un diseño de bloques al azar con 3 réplicas en parcelas de 8 m<sup>2</sup>. En los casos que los indicadores mostraron diferencias significativas se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias Tukey. Sobre la base de los resultados obtenidos, se demostró que la variedad TR-VAM 2005 B-13, fue la de mejor comportamiento en las variables longitud del tallo y número de foliolos, donde la TR-VAM 2005 B-43, fue la de más bajos resultados. En las variables, vainas por planta<sup>-1</sup> y granos por vaina<sup>-1</sup>, la variedad TR-VAM 2005 B-27 alcanzó mejores resultados, sin embargo, en cuanto al peso de 100 granos y el rendimiento, la variedad TR-VAM 2005 B-1, fue la de mayor tolerancia a la salinidad presente en el suelo por su resultado, alcanzando 2,16 t.ha<sup>-1</sup>, siendo la variedad TR-VAM 2005 B-13 la más afectada por la presencia de sales en el suelo.

**Palabras clave:** Frijol, salinidad, rendimiento.

**ABSTRACT.** The experiment was developed in field conditions, in the period from January to April year 2009, in Armas farm, Babiney, Cauto Cristo municipality, Granma province. Four varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) were evaluated with the objective of contributing to the increment of its agricultural yield in ecosystems affected by salinity. 30 plants per variety were sowed in the experiment, using an at random block design with 3 reply in 8 m<sup>2</sup> parcels. The test of multiple comparisons of media Tukey was used in cases in which indicators showed significant differences. The TR-VAM 2005 B-13 variety had the best results according to the obtained data, in variables as shoot length and **pholiolo** number, and TR-VAM 2005 B-43 had the lowest results. In the variables pot number per plant<sup>-1</sup> and grain number per pot<sup>-1</sup>, the TR-VAM 2005 B-27 variety reached better results; however, as for the variables 100 grain weight (g) and yield, the TR-VAM 2005 B-1 variety showed more tolerance to the soil salinity according to its result, reaching 2, 16 t.ha<sup>-1</sup>, the TR-VAM 2005 B-13 variety was the most affected by the presence of salts in the soil.

**Key words:** Bean, salinity, yield.

---

## INTRODUCCIÓN

El frijol común es una de las leguminosas más importantes debido a su amplia distribución por los cinco continentes, así como para agricultores de pequeña escala en América Latina y África. La planta del frijol es herbácea, cultivable desde el trópico hasta las zonas templadas (Voyset, 2000). Es de gran importancia en los requerimientos alimenticios de la población, por

ser un componente esencial en la dieta, ya que es una fuente importante de proteínas, sobre todo para las familias que tienen limitaciones para adquirir o producir proteína animal (Aroche, 2006). En el Caribe es un alimento básico de la dieta de países como Cuba, Haití y la República Dominicana que cultiva un cuarto de millón de hectáreas (Beaver y Molina, 1996; Morales, 2000).

En Cuba se cultivan aproximadamente 52 000 hectáreas de frijol sin incluir las áreas dedicadas al autoabastecimiento, y se importan cada año cerca de 12 000T de frijol común, equivalentes a 40 000 000 dólares debido a que la producción cubana asegura solo el 5 % del consumo nacional (CEE, 2000). En nuestro país el frijol común tiene un gran consumo y es muy apreciado por la población, se destaca por su importancia agrícola y social, ha sido cultivado provisionalmente en la provincia de Holguín; en las provincias centrales y occidentales se encuentran hoy las mayores áreas sembradas con este cultivo (Blanco y Faure, 1994).

La salinización de los suelos es un fenómeno de aumento del índice de sales solubles principalmente Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup> en la solución del suelo, debido a la sensibilidad de las plantas a diversos grados de salinidad en el suelo ese factor muy en cuenta en la producción agrícola (Zahran, 1999). Constituye uno de los problemas más importantes para la agricultura a nivel mundial debido a la cantidad de áreas dedicadas a cultivos que presentan esta problemática, no obstante, la preocupación mayor se encuentra en el incremento estimado de 3 ha.min<sup>-1</sup>, sobre todo en regiones ubicadas en zonas tropicales que se caracterizan por ser áridas y semi-áridas, afectando entre un 40-50 % de toda el área del planeta.

La salinidad puede afectar directamente a los cultivos desde las primeras etapas del desarrollo hasta la culminación de su ciclo biológico, afectando sus rendimientos e incluso provocando la muerte en las especies más susceptibles. A nivel mundial, la mayor utilización agrícola que se le da a los suelos salinos y salinizados que no pueden ser recuperados en un corto período de tiempo, es mediante el cultivo de plantas tolerantes a la salinidad.

De esta problemática no está exento nuestro país, de acuerdo a la información básica de suelos, escala 1:50000 (DNSF, 2001) se estima en más de un millón las hectáreas de suelos agrícolas cubanos afectadas por las sales; aproximadamente la mitad de estos suelos se encuentran en la región oriental de Cuba (García *et al.*, 2005).

El grado de tolerancia a la salinidad por las leguminosas ha sido reportado por diferentes autores, siendo el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), una de las especies con

posibilidades de introducirse. Con el propósito de la sustitución de importaciones se siembran actualmente en nuestra provincia 793.3 ha de frijol, con un plan de entrega de 1 0801, sembrándose en municipios que presentan dicha problemática como Jiguaní, Yara y Bayamo (Barranca y Cautillo). Tiene un peso fundamental en los hábitos alimentarios de la población, la que llega a consumir como promedio hasta 30 kg anuales por habitante (Drevon, 1995). De ahí que el objetivo de este trabajo fue contribuir al incremento del rendimiento agrícola de genotipos de frijol común en ecosistemas afectados por la salinidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el período comprendido desde enero a abril del año 2009 en la finca Armas, ubicada en carretera a Holguín, Babiney. El mismo fue sembrado en un suelo del agrupamiento halomórficos del tipo salino-sódico mullido, por ser arcilloso (Hernández *et al.*, 1999), clasifica dentro de los grupos de suelos Solonchak-Solonetz (WRB, 1999); cuyas características físico-químicas fueron determinadas en el Centro de Ciencias Medioambientales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Madrid, España (Tabla1).

Tabla 1. Características físico - químicas del suelo

| Profundidad (cm) | pH   | M.O (%) | CE (dS.m <sup>-1</sup> ) | Na <sup>+</sup> (%) intercambiable |
|------------------|------|---------|--------------------------|------------------------------------|
| 0-20             | 7,24 | 3,69    | 4,76                     | 18,63                              |

La variedades de frijol utilizadas fueron la TR-VAM 2005 B-1, TR-VAM 2005 B-27, TR-VAM 2005 B-13, TR-VAM 2005 B-43", cuyas características se muestran en la (Tabla.2), mediante siembra directa en el suelo, a una distancia de plantación de 0,80 x 0,70 m. La preparación del suelo y las atenciones culturales se realizaron según las normas técnicas para el cultivo (Socorro *et al.*, 1998). Se le realizaron varios riegos, en dependencia de sus necesidades hídricas, aporques y limpiezas manuales con azada.

En el experimento se sembraron 40 plantas por variedad a una profundidad de 2-3 cm, utilizando un diseño de bloques al azar con 3 réplicas en parcelas de 8 m<sup>2</sup>, con un área entre parcelas de 0,5 m para minimizar el efecto

**Tabla 2. Algunas características de las variedades**  
(Origen: Estación de granos Velasco, Holguín)

| Variedades       | Color  | Color de la flor |
|------------------|--------|------------------|
| TR-VAM 2005 B-13 | Negro  | Moradas          |
| TR-VAM 2005 B-43 | Rojo   | Blancas          |
| TR-VAM 2005 B-1  | Negro  | Moradas          |
| TR-VAM 2005 B-27 | Blanco | Blancas          |

de borde, por lo que el área experimental ocupó una superficie total de 96 m<sup>2</sup>. Para la evaluación de los indicadores de crecimiento se utilizaron diez plantas seleccionadas al azar por cada réplica.

Las variables evaluadas fueron: Altura de la planta, número de folíolos, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos, rendimiento (t .ha<sup>-1</sup>).

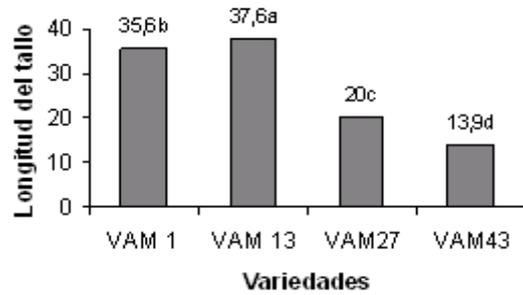
Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza de clasificación simple y la comparación múltiple de media Tukey (Lerch, 1977), se realizó a través del paquete estadístico Statistica versión 6.0.

El análisis económico de los resultados se realizó sobre la base de los rendimientos obtenidos en esta etapa, se tomó como base el valor de la tonelada de frijol en el mercado, \$915. (Banco Central de Cuba, 2009). Los indicadores evaluados fueron: el Valor de la Producción (VP), Costo de la Producción (CP), Ganancia (G) y Rentabilidad (Re).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La influencia de la salinidad en la longitud del tallo en cuatro variedades de frijol común estudiadas a los 60 días de siembra (figura 1) se apreció que hubo diferencias significativas entre las variedades, la variedad TR-VAM B-13 obtuvo resultados significativos con respecto a las demás variedades alcanzando el tallo una longitud mayor bajo la concentración de sales del suelo, seguida de la variedad TR-VAM 2005B-1, las menores reducciones en este parámetro se produjeron en las variedades TR-VAM 2005B-27 y TR-VAM 2005 B-43, siendo las más afectadas por la salinidad.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por González *et al.* (2004), donde observaron la afectación por sales en la elongación de raíces, hipocótilos en variedades de frijol común. Tales afectaciones en el crecimiento coinciden con lo observado en este cultivo



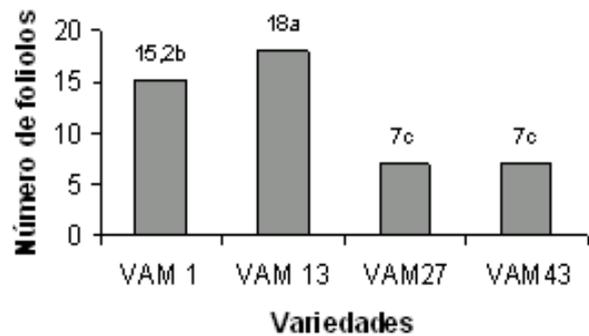
ESx = 0,927469 C.V.=10,15991

Medias con letras distintas difieren (Pd ≤ 0,05), según Prueba de Tukey

**Figura 1. Influencia de la salinidad en la longitud del tallo en cuatro variedades de frijol común**

por Heidary (2002), Nagafadi *et al.* (2003) que señalaron que el efecto detrimental de la salinidad pudiera ser explicado por el déficit hídrico que produce a los tejidos foliares en crecimiento al disminuir el turgor de la célula y a cambios en la permeabilidad de las membranas.

En la figura 2 se reflejan los resultados alcanzados de la influencia de la salinidad en el número de folíolos, en cuatro variedades de frijol común. En ella se observa que hubo diferencias significativas de la variedad TR-VAM B-13 con respecto a las demás variedades con un número mayor de folíolos, bajo la concentración de sales del suelo, seguida nuevamente de la variedad TR-VAM 2005B-1; sin embargo entre las variedades TR-VAM 2005B-27 y TR-VAM 2005 B-43, no hubo diferencias significativas, ya que tuvieron la misma cantidad del parámetro evaluado y las mayores reducciones, siendo las más afectadas por la salinidad.



ESx = 0,450691 C.V.= 4,93708

Medias con letras distintas difieren (Pd ≤ 0,05), según Prueba de Tukey

**Figura 2. Influencia de la salinidad en el número de folíolos de cuatro variedades de frijol común**

Tolerancia a la salinidad de cuatros genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L)... Alarcón *et al.*, 2012

(Poljakoff-Mayver, A. y Lerner, H. R. (1994) así como Torres (2003-2004) ,plantearon que en las plantas sometidas a tales condiciones, las hojas van desarrollando una *clorosis necrosis* marginal con una reducción ascendente en respuesta a la salinidad.

Gómez (2009), al estudiar la influencia de la salinidad sobre las variables del crecimiento en variedades de frijol vigna, observó un decrecimiento en el número de foliolos por la afectación de sales.

En la tabla 3 se presenta el efecto de la salinidad del suelo en cuatro variedades del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), sobre las variables: número de vainas por planta, granos por vaina y el peso de 100 granos a los 80 días, donde se observa que las vainas por planta en la variedad TR-VAM 2005 B-2, supera significativamente al resto de las variedades, con un valor

de 6 vainas como promedio por planta, seguida de las variedades TR-VAM 2005 B-13 y TR-VAM 2005 B-43, las que no tuvieron diferencias significativas, siendo la variedades TR-VAM 2005 B-1 la de menor cantidad de vainas promedio por planta con 4 vainas. En cuanto a los granos por vaina, entre las variedades TR-VAM 2005 B-1 y la TR-VAM 2005 B-27, no hubo diferencias significativas, pues tuvieron resultados similares de 5 granos promedio por vaina, sin embargo difieren de las variedad TR-VAM 2005 B-13 y TR-VAM 2005 B-43, con manifestaciones similares entre ellas. En el peso de 100 granos de cada una de las variedades, se observó un comportamiento estable en relación con las variedades, los granos de mayor peso resultaron ser los de las variedades TR-VAM 2005 B-1 y TR-VAM13, VAM 2005-27, VAM 2005-43, con diferencias significativas del resto de las variedades, siendo las de menor resultado.

**Tabla 3. Efectos de la salinidad sobre los parámetros: vainas.plantas<sup>-1</sup>, granos.planta<sup>-1</sup> y peso de 100 granos a los 80 días de efectuada la siembra**

| Variedades       | Vainas.Planta <sup>-1</sup> | Granos.Vaina <sup>-1</sup> | Peso de 100 granos (g) |
|------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|
| TR-VAM 2005 B-13 | 5b                          | 4a                         | 22b                    |
| TR-VAM 2005 B-43 | 5b                          | 4a                         | 24a                    |
| TR-VAM 2005 B-27 | 6a                          | 5b                         | 22,5b                  |
| TR-VAM 2005 B-1  | 4c                          | 5b                         | 24a                    |
| C.V=             | 0,54484                     | 0,50203                    | 1,030776               |
| ESX=             | 0,049737                    | 0,045829                   | 0,515388               |

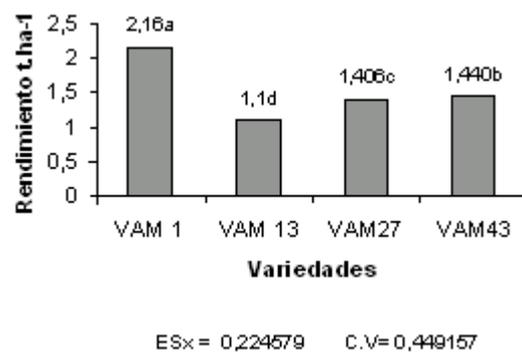
Medias con letras distintas difieren ( $P \leq 0,05$ ), según Prueba de Tukey

Víctor M. Ruiz V., Manuel Ortega E. *et al.* (1997) evaluaron la tolerancia a la salinidad del frijol común en cuatro etapas de su desarrollo fenológico (de la aparición de la tercera hoja trifoliada hasta el botón floral, de fin del botón floral hasta el inicio del llenado de las vainas y desde el fin del llenado de las vainas a la madurez fisiológica. De estas etapas, la producción de área foliar, biomasa total y rendimiento de semilla disminuyeron cuando se incrementó la salinidad. Los componentes más afectados fueron el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina.

Gómez (2009), observó que el rendimiento y sus componentes, vainas.planta<sup>-1</sup>, granos.planta<sup>-1</sup> y peso de 100 semillas en el cultivo del frijol, género *Vigna*, evidenciaron afectaciones de tratamiento salino en relación con el control en todas las variedades.

Al analizar la Fig. 3 y evaluar los efectos de la salinidad sobre el rendimiento de los genotipos utilizados, se observan diferencias significativas entre las variedades,

donde los mayores resultados del grano se produjeron en la variedad TR-VAM2005 B-1, el promedio del rendimiento en la misma fue de 2,16 t.ha<sup>-1</sup>, evidenciándose diferencias significativas con las restantes variedades, siendo la variedad TR-VAM 2005 B-13 la de más bajo rendimiento con 1,1 t.ha<sup>-1</sup>.



Medias con letras distintas difieren ( $P \leq 0,05$ ), según Prueba de Tukey

**Figura 3. Rendimiento agrícola en plantas de cuatro variedades de frijol común cultivadas bajo condiciones de salinidad**

## CONCLUSIONES

1- Se obtiene una respuesta positiva de la variedad TR-VAM 2005 B-13, siendo la de mejor comportamiento en las variables de longitud del tallo y número de foliolos, bajo condiciones salinas del suelo.

2- En las variables del rendimiento (vainas.planta<sup>-1</sup>, granos.planta<sup>-1</sup>), la variedad de mejor comportamiento resultó la TR-VAM 2005 B-27 con 6 vainas y 5 granos, respectivamente.

3- En cuanto al peso de 100 granos y el rendimiento, la variedad TR-VAM 2005 B-1 fue la de mayor tolerancia a la salinidad presente en el suelo, alcanzando 2,16 t.ha<sup>-1</sup>.

4- En las variables evaluadas del crecimiento la variedad que presentó valores más bajos fue la TR-VAM 2005 B-43, no así en las variables del rendimiento, donde la más afectada por la presencia de sales en el suelo resultó ser la TR-VAM 2005 B-13.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aroche, Cristian E.: Evaluación de diferentes fertilizantes orgánicos y biofertilizantes en el cultivo del frijol variedad Guamá 23, trabajo de diploma, 2006.

2. Argentel, L. *et al.*: "Efecto de la salinidad sobre la fenología, los componentes del rendimiento y su relación con la tolerancia varietal a la salinidad en trigo (*Triticum aestivum* y *T.durum*)". *Cultivos Tropicales*, Vol. 29, n 3, 2008.

3. Beaver, J. S. y Molina: Mejoramiento del frijol para el Caribe. en Singh S. P & Voysest, O. (eds.) Taller de mejoramiento del frijol para el siglo XXI: Bases para una estrategia para América Latina. CIAT, Cali, Colombia, 559 pp. 1996.

4. Blanco N. y B. Faure El mosaico Dorado del frijol en Cuba. En El mosaico Dorado del Frijol avances de investigación. Francisco Morales. Ed. PROFRIJOL-CIAT, 1994.

5. CEE (Comité Estatal de Estadísticas). Anuario Estadístico de Cuba, 2000.

6. Drevon, J.J. : Interaction haricot- microorganismes. Amélioration de la fixation sybiotique de azote chez le haricot en sols carencés en phosphate. Rappots de missions, INRA. Montpellier, France, 1995.

7. García, E. *et al.*: Recomendaciones para la producción del cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Holguín, Cuba 20, 2005.

8. González Alejos R.M<sup>a</sup>. *et al.*: Caracterización fisiológica del efecto del estrés salino en frijol (*Phaseolus vulgaris*), III Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia, México, 2004.

9. Gómez P. E. *et al.*: Variabilidad intervarietal en la respuesta al estrés salino durante los primeros estadios de crecimiento del frijol vigna (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Revista Cubana de Desarrollo Local. T1 (1). V Taller Internacional de Agricultura Sostenible y Biotecnología Vegetal.

10. Heidary, R. and M. Heidary: "Evaluation of resistance for salinity, drought, cold and pH changes in four Iranian wheat cultivars". Journal of Agriculture Science and Natural Resources, 9(1): 32-38, 2002.

11. Morales, G y Francisco J. Mejoramiento genético del frijol común por resistencia a las principales enfermedades virales en América Latina, en Sing S. P & Voysest, O. (Eds.). Taller del mejoramiento del frijol para el siglo XXI: Bases para una estrategia para América Latina. CIAT, Cali, Colombia. 559 pp., 2000.

12. Nagafadi, M.F. *et al.* Inheritance of breath wheat seed germination at drought conditions. in <http://www.treebuotech2003.noonod.se/s10-p.htm>, 2003.

13. POLJAKOFF-MAYBER, A. y LERNER, H. R.: Plants in saline environment. In M. Pessaraki (Ed.) Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, Inc. New York, 65-96, 1994.

14. Víctor M. Ruiz V. *et al.*: "Responses of common bean to sulfatic-hydrochloric salinity I. Biomass and grain yield production". Rev. *Fitotec. Mex.* Vol. 20 (1): 13-27, 1997.

15. Voysest, O.: Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): legado de variedades de América Latina 1930-1999/ Osvlado Voysest Voysest. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 195pp. Ilus. (Publicación CIAT; no. 321), 2000.

16. Zahran, H.: Variation in grown pattern of three Egyptian strains of rhizobium leguminosum grown under sodium chloride and ammonium nitrate treatments. Bull. Fac. Sci Assiut u niv. 20, pp 161-169, 1999.

Recibido: 16/11/2011

Aceptado: 22/06/2012