

Original

EFFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES DE GENOTIPOS DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L) EN CONDICIONES SEMICONTROLADAS

Effect of the estrés hídrico on the yield and their components of genotypes of common bean (*phaseolus vulgaris* l) under conditions semicontroladas

M. Sc. Michel Baldoquin-Hernandez, Universidad de Granma, mbaldoquinh@udg.co.cu,
Cuba

Dr. C. Tony Boicet-Fabre, Universidad de Granma, tboicetf@udg.co.cu, Cuba

Recibido 18/07/2017 – Aceptado 04/09/2017

RESUMEN

El estudio se realizó en la casa de climatización del Centro de Estudio de Biotecnología vegetal de la facultad de ciencias agrícolas durante el periodo comprendido del 20 de diciembre de 2016 al 6 de marzo de 2017. Para este experimento fueron utilizadas seis variedades cubanas de frijol común, con el objetivo de evaluar el efecto del estrés hídrico en condiciones semicontroladas sobre el rendimiento y sus componentes en genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), sobre un sustrato formado por un suelo pardo y materia orgánica de origen bovino. Se emplearon dos tratamientos con variedades de frijol bajo riego (Trat-1) y variedades de frijol bajo sequía terminal. Se analizó la respuesta en rendimiento y sus componentes de las variedades de frijol empleadas. El análisis de varianza se efectuó bajo un diseño factorial en bloques completos al azar, con un arreglo de parcelas divididas, donde las parcelas grandes fueron las dos condiciones de humedad y las parcelas pequeñas las variedades evaluadas, la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Tukey, con una probabilidad de error del 5%. El procesamiento estadístico se realizó con el paquete Statistica versión 6.0 sobre Windows. Alcanzando los mejores resultados la variedad Velazco Largo en condiciones de humedad óptima, y la P 3047 en condiciones de estrés hídrico, evidenciándose que los indicadores de todas las variedades sufrieron reducciones por efecto del estrés.

Palabras claves: frijol, rendimiento, estrés hídrico.

ASBTRACT

The study was carried out in the house of air conditioning of the Center of Study of vegetable Biotechnology of the ability of agricultural sciences during the understood period of December 20 from 2016 to March 6 2017. For this experiment six Cuban varieties of common bean were used, with the objective of evaluating the effect of the estrés hídrico under conditions semicontroladas on the yield and their components in genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), on a sustrato formed by a brown floor and organic matter of bovine origin. Two treatments were used with varieties of bean low watering (Trat-1) and varieties of bean low terminal drought. The answer was analyzed in yield and its components of the used bean varieties. The variance analysis was made at random under a factorial design in complete blocks, with an arrangement of divided parcels, where the big parcels were the two conditions of humidity and the small parcels the evaluated varieties, the comparison of stockings was carried out through the test of Tukey, with a probability of error of 5%. The statistical prosecution was carried out with the package Statistica version 6.0 on Windows. Reaching the best results the variety Long Velazco in conditions of good humidity, and the P 3047 under conditions of estrés hídrico, being evidenced that the indicators of all the varieties suffered reductions for effect of the estrés.

Key words: bean, yield, estrés hídrico.

INTRODUCCIÓN

Una mejor adaptación de los genotipos de frijol al déficit hídrico del suelo ayudaría, según Rao (2002) a la estabilidad y a la ampliación de la producción en entornos propensos a la sequía, por lo que requerirán menos agua para el riego y en consecuencia contribuirían a la conservación de este recurso natural.

El mejoramiento de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los puntos de las recomendaciones del “Plan Nacional de Acción para la nutrición”, publicado en 1994 por el Gobierno Cubano. En este documento se plantea un incremento de siembra en 70 000 ha. Sin embargo es considerable la disminución del rendimiento provocada por factores abióticos como la disponibilidad de agua en las zonas de cultivo, carencia de nitrógeno en el suelo y la no existencias de variedades mejoradas genéticamente que respondan a estas limitantes. (Baldoquin. 2015)

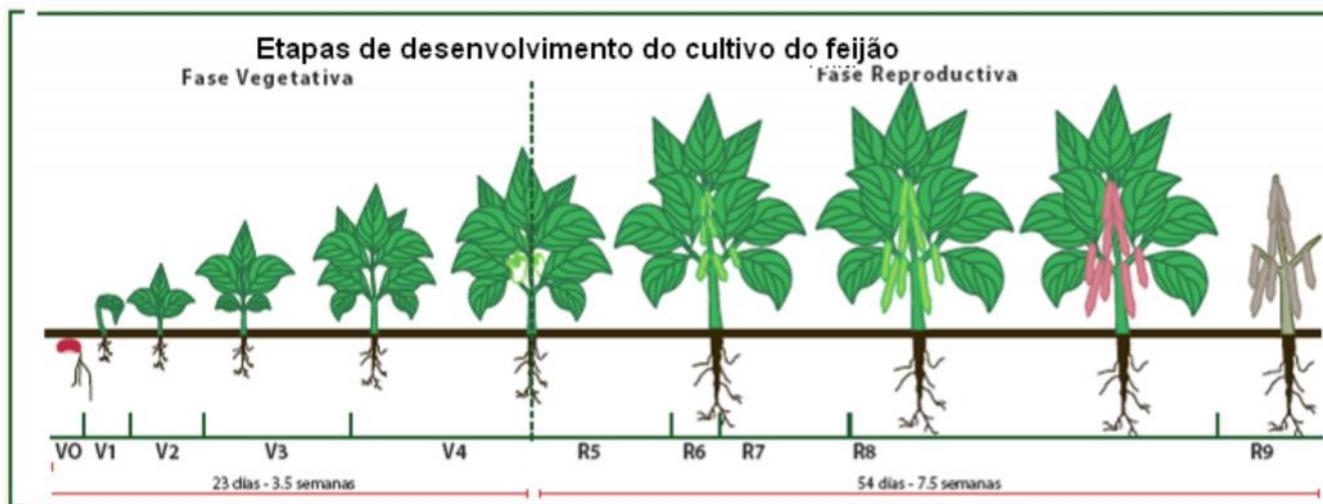
El corto ciclo biológico del frijol común lo convierte en el cultivo ideal para sembrarse al final de la primera época con humedad residual; sin embargo, la humedad disminuye durante este cultivo provocando sequía terminal (Rao., 2002); por ello, el mejoramiento genético para resistencia de sequía ofrece una solución de largo plazo para la productividad del frijol bajo sequía.

El objetivo de la investigación consiste en, evaluar el efecto del estrés hídrico en condiciones semicontroladas sobre el rendimiento y sus componentes en genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*).

POBLACIÓN Y MUESTRA

El experimento se realizó en la casa de climatización del Centro de Estudio de Biotecnología vegetal de la facultad de ciencias agrícolas. Se utilizó un diseño factorial en bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas, donde las parcelas grandes fueron las dos condiciones de humedad y la parcelas pequeñas las variedades evaluadas. Se prepararon tres canteros de 10,50 m de largo que se dividieron en parcelas de 3 m con 2 surcos de 3 m de largo cada una, para las seis variedades, sembradas a 70 cm y 0,7 cm entre plantas. El riego se realizó con regaderas aforadas de acuerdo con la norma de riego requerida por el cultivo.

El análisis de varianza se efectuó bajo un diseño factorial en bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas, donde las parcelas grandes fueron las dos condiciones de humedad y las parcelas pequeñas, las variedades evaluadas, la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Tukey, con una probabilidad de error del 5%. El procesamiento estadístico se realizó con el paquete Statistica versión 6.0 sobre Windows.



Tratamiento 1: Variedades de frijol bajo riego.

Tratamiento 2: Variedades de frijol bajo sequía terminal.

No	Nombre	Hábitos de crecimiento	Color del grano
1	Velazco Largo	I	Rojo
2	Engañadora	I	Rojo
3	Lagrimas Roja	II	Rojo
4	Inifat-5	I	Negro
5	P-1127	II	Crema
6	p-3047	II	Rojo

Tabla 1. Características de las variedades

Variables evaluadas

Tres días después de la madurez fisiológica, se cosecharon 10 plantas por parcela y variedad por tratamientos, y se pusieron a secar al sol, a las que se les midieron los siguientes indicadores:

- ❖ Número de vainas por plantas (todas las vainas cosechadas divididas por el número de plantas muestreadas).
- ❖ Peso por vainas (mg) (peso de todas las vainas cosechadas divididas por el número total de vainas cosechadas).

- ❖ Largo de las vainas (cm). Medida en 10 vainas por variedades y tratamientos con una regla graduada.
- ❖ Ancho de las vainas (mm). Medida en 10 vainas por variedades y tratamientos con un pie de rey.
- ❖ Número de semillas por vainas (todas las semillas divididas por el número total de vainas).
- ❖ Número de semilla por planta (todas las semillas divididas por las diez plantas cosechadas).
- ❖ Peso promedio de semillas (g).
- ❖ Peso de 100 semillas (g) (Por variedad y tratamientos).
- ❖ Rendimiento $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

• Producción de vainas y sus componentes

Son del criterio, Martín de Santa Olalla *et al.* (2005), que una vez iniciado el proceso de fructificación se realiza una movilización de metabolitos desde las partes de las plantas, principalmente desde las hojas más viejas, hacia la formación de los frutos, por lo que de existir un déficit hídrico durante este proceso se reduce el número, la masa y el largo de estos, así como, el grosor de la pared, lo que provoca una disminución en el rendimiento de los cultivos.

Indicadores								
Genotipos	Riego				Sequía			
	Vaina por plant	Peso va (mg)	Largo va (cm)	Ancho va (mm)	Vaina por plant	Peso va (mg)	Largo va (cm)	Ancho va (mm)
Velazco Largo	6,2 c	426,9 a	8,4 c	7,9 d	5,7 c	210,9 a	7,3 c	6,7 c
Engañador	5,1 c	401,5 d	9,4 b	8,7 c	2,1 e	207,0 b	7,3 c	7,8 a
P1127	10,4 a	409,8 c	6,7 d	8,1 d	6,3 b	205,6 c	6,1 d	5,7 d
P3047	8,0 b	419,9 b	9,7 a	9,3 a	7,7 a	209,8 a	8,3 a	7,7 a

Lagrimas rojas	4,0 cd	381,4 e	9,3 b	8,9 b	2,9 f	208,0 b	8,2 a	7,5 a
INIFAT-5	6,0 c	335,2 f	8,3 c	7,7 e	5,0 d	210,6 a	7,8 b	6,5 b
Es_x	1,2	5,46	0,21	0,28	0,34	1,34	0,14	0,43

Medias con letras iguales no se diferencian significativamente para $p < 0,05$

Tabla 1. Producción de vainas y sus componentes.

Según se puede observar en la tabla 1, para el tratamiento donde se dieron los riegos requeridos, todos los indicadores medidos, reflejaron diferencias significativas entre los genotipos, y una variabilidad en los resultados de los diferentes componentes de las vainas, lográndose la mayor cantidad de vainas por plantas en la variedad P 1127 con 10,4 vainas en cada planta, sin embargo su mayor peso se logró en el genotipo Velazco Largo con 426,9 mg, y en el largo y ancho de estas, fue el genotipo P3047 el de mejores resultados con 9,7 cm y 9,3 mm respectivamente.

En la condición de sequía estos indicadores vieron reducidos sus valores con relación a la anterior condición, y se lograron los mejores resultados con un valor de 7,7 vainas por plantas en el genotipo P3047, y similar resultado en el largo de las vainas con 8,3 cm, pero con un valor de 210,9 mg, fue superior el Velazco Largo al resto de los genotipos en el peso de las vainas, también fue superior en cuanto al ancho de las vainas el genotipo Engañador, con valor de 7,7 mm. Es evidentemente que cuando las plantas padecieron de sequía todos los indicadores medidos se redujeron con relación a los resultados obtenidos en la condición de riego.

• **Producción de semillas y sus componentes.**

Los resultados que se obtuvieron en el rendimiento de semillas y sus componentes, en condiciones de riego representados en la tabla 2, se diferencian con superioridad, con respecto a la condición de sequía, es notable la diferencia de los resultados en ambas condiciones, destacándose los genotipos P3047 y Velasco largo en la condición de riego en los indicadores: semillas por planta con 29 y 28,6 respectivamente, y es en el genotipo Velazco Largo donde se obtiene el mayor peso promedio de las semillas.

Indicadores						
Genotipos	Riego			Sequía		
	Semilla por plant	Semillas por vainas	Peso Semillas (g)	Semillas por plantas	Semillas por vainas	Peso Semillas (g)
Velazco Largo	28,6 a	4,6 a	0,20 a	20,8 b	3,6 a	0,19 a
Engañador	22,4 c	4,4 a	0,19 b	20,0 c	2,7 b	0,18 ab
P1127	22,5 c	3,1 c	0,19 b	13,0 e	2,8 b	0,17 b
P3047	29,0 a	3,6 b	0,20 a	26,5 a	2,2 c	0,18 ab
Lagrimas R.	14,0 d	3,5 b	0,19 b	7,9 f	2,7 b	0,18 ab
INIFAT-5	26,0 b	4,5 a	0,20 a	18,5 d	3,7 a	0,19 a
Es _x	0,81	0,4	0,002	0,34	0,10	0,10

Medias con letras iguales no se diferencian significativamente para $p < 0,05$

Tabla 2. Producción de semillas.

Por otra parte es en este propio genotipo el que se logró, aunque no significativamente con el resto de los genotipos, el mayor peso de semilla promedio con 0,20 g.

El estrés por sequía puede causar reducción en el rendimiento, biomasa, número de semillas y peso de 100 semillas hasta en un 60 %. (Acosta-Díaz *et al.* 2004; Roghayeh, Mahmood *et al.* 2008), contrariamente a esto, plantean Blair *et al.* (2010) que el número y tamaño de las semillas en frijol son componentes del rendimiento poco asociados a la tolerancia a sequía, pues son características relativamente estables y poco afectadas por el estrés causado por el ambiente; y que en contraste, esos componentes son más afectados por la duración del periodo reproductivo.

- **Rendimiento obtenido.**

Al analizar el rendimiento alcanzado por los genotipos (figura 3), observamos que todos manifestaron diferentes grados de afectaciones bajo condiciones de estrés hídrico por sequía, y afectados sus potenciales de producción, La existencia de diferencias significativas entre los genotipos estudiados debido a los tratamientos de riego impuestos, indica que la respuesta de estos a las condiciones de déficit hídrico fue diferente a la obtenida bajo riego normal.

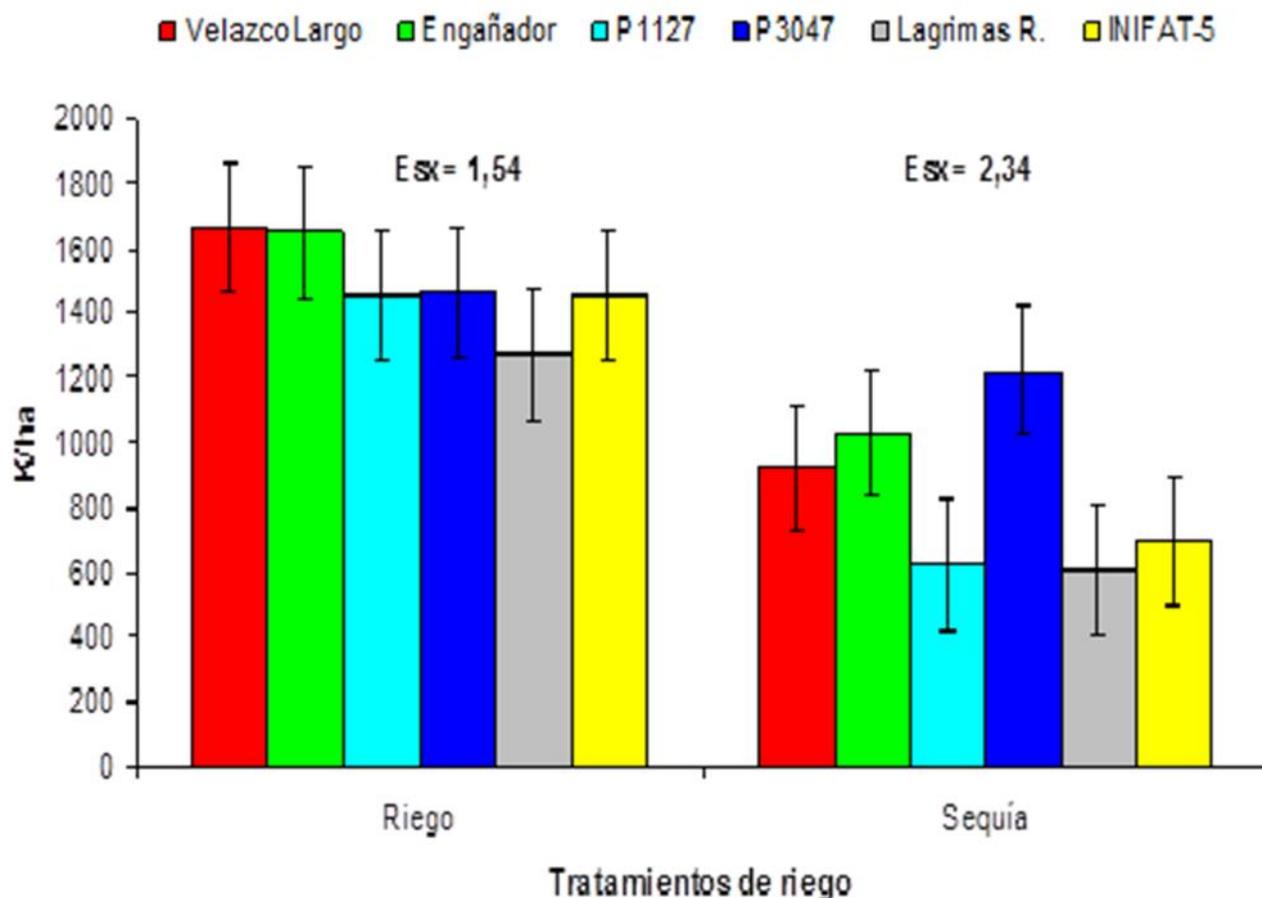


Figura 3. Rendimiento obtenido por los genotipos
Las barras sobre la figura representan el error estándar

La figura demuestra que con riego son los genotipos Velazco largo y Engañador los que alcanzan los mayores rendimientos del grano, sin embargo es el P3047 quien menos reduce su rendimiento en condiciones de sequía. Resultados similares encontraron Martínez *et al.* (2007) quienes reportaron la mayor reducción del rendimiento, dado por el déficit hídrico padecido en el cultivo del frijol, debido fundamentalmente, al menor número de vainas por planta.

El rendimiento en granos depende de la cantidad de agua que el cultivo pueda transpirar, la eficiencia con que se usa esa agua para producir materia seca, y la proporción de la materia seca que finalmente es destinada a la formación del grano. Los tres factores mencionados son afectados por procesos relacionados con el balance de agua, y el impacto de esos procesos puede ser modificado por determinadas prácticas de manejo. (Tosquy-Valles, *et al.* 2014).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el experimento realizado en condiciones semicontroladas descritos anteriormente sugieren las siguientes conclusiones:

1. El estrés hídrico ejerce efecto sobre los indicadores del rendimiento y sus componentes, disminuyendo el valor de los mismos, cuando el cultivo está sometido a estas condiciones.
2. La variedad Velazco largo fue la de mejores resultados alcanzados en condiciones de humedad óptima, y la P 3047 en condiciones de estrés hídrico, pero es evidente que los indicadores de todas las variedades sufrieron reducciones por efecto del estrés.
3. El estrés hídrico ejerce efecto negativo sobre los rendimientos que se obtienen en el cultivo del frijol, lográndose los mayores beneficios económicos en condiciones de riego cuando se utiliza la variedad Velazco largo; con un valor de 1524,12 pesos.ha⁻¹, y en condiciones de estrés hídrico la P3047 con 1118,50 pesos.ha⁻¹ además de las menores pérdida por este último concepto (75,13 pesos.ha⁻¹).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta-Díaz, E., C. Trejo-López, et al. (2004). "Adaptation of Common Bean to Drought Stress During the Reproductive Stage." *TERRA Latinoamericana* **22**(1): 49-58.
2. Blair, M. W., Galeano, C. H., Tovar, E., Munoz-Torres, M. C., Castrillon, A. V., Beebe, S. E. & Rao, I. M., (2010). Development of a Mesoamerican intra-genepool genetic map for quantitative trait detection in a drought tolerant x susceptible common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cross. *Mol Breeding* 29:71–88.
3. Martin de Santa Olalla M. F., Fuster, P. L. & Belmonte, A. C. (2005). Agua y Agronomía. Universidad de Castilla- La Mancha. Eds. Mundi Prensa. España. p. 606.
4. Martinez, J. P., Silva, H., Ledent, J. F. & Pinto, M. (2007). Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Europ. J. Agron.* 26: 30-38.
5. Rao, I.M. (2002). Role of physiology in improving crop adaptation to abiotic stresses in the tropics: The case of common bean and tropical forages. pp. 583-613. En: Pessaraki, M. (ed). *Handbook of plant and crop physiology*. Marcel Dekker, New York, NY.

6. Roghayeh, A. & Mahmood, K. (2008). Study Of Seed Yield Correlation With Different Traits Of Common Bean Under Stress Condition. American Institute of Physics. K. A. M. Atan.
7. Tosquy-Valles, Oscar Hugo *et al.*, 2014. Genotipos de frijol negro opaco resistentes a sequía terminal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.5 Núm. 7 28 de septiembre - 11 de noviembre, 2014 p. 1205-1217