

Efecto de diferentes intensidades de estrés hídrico en la fase vegetativa en el cultivo del frijol

(*Phaseolus vulgaris* L.)

Effect of different intensities of drought stress in the vegetative phase in the cultivation of the bean

(*Phaseolus vulgaris* L.)

Dr.C. Ricardo Polón Pérez, Dr.C. Alexander Miranda Caballero, Ing. Lázaro A. Maqueria López,
M.Sc. Miguel A. Ramírez Arrebato

Unidad Científico Tecnológica de Base “Los Palacios”, Pinar del Río, Cuba.

RESUMEN. El experimento se condujo en la Estación Experimental Los Palacios desde 2008 hasta el 2011, sobre un suelo Hidromófico Gley Laterizado durante el período de octubre a enero en condiciones semicontroladas, en maceteros de 1m² de área, en cada una se sembraron 25 semillas de la variedad Tomeguín 93 con el objetivo de evaluar la respuesta del frijol sometido a diferentes intensidades de estrés hídrico en la fase vegetativa y su efecto en el rendimiento, sus componentes y en la economía del agua. Los resultados demostraron que al cultivo de frijol en la fase vegetativa al someterlo a un estrés hídrico con diferentes intensidades permitió incrementos en el rendimiento, sus componentes y una economía en el uso del agua a favor de los tratamientos con estrés hídrico respecto al testigo que se mantuvo con riego normal.

Palabras clave: agua, frijol, estrés hídrico, rendimiento.

ABSTRACT. The experiment was conducted at the Experimental Station Los Palacios from 2008 to 2011 on Hidromófico Gley soil laterized during the October to January period under controlled conditions in pots of 1m² area in each 25 seeds were sown in the 93 finch variety in order to evaluate the response of beans subjected to different intensities of water stress at vegetative stage and its effect on yield, its components and water economy. The results showed that the bean crop in the vegetative phase when subjected to water stress at different intensities allowed increases in yield, its components and an economy in the use of water for water stress treatments compared to the control that maintained with regular watering.

Keywords: water, beans, drought stress, yield.

INTRODUCCIÓN

El estrés hídrico incluyendo la sequía terminal es la principal restricción de la producción agrícola observada en áreas de baja pluviometría, donde el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye un cultivo de importancia; cuando esto ocurre durante el crecimiento reproductivo tiene los más adversos efectos sobre el rendimiento de los cultivos (Boicet, 2010).

Los resultados reportados por diferentes autores coinciden en plantear que el frijol es un cultivo susceptible tanto al exceso de humedad como a su déficit durante su ciclo de desarrollo, al respecto Boicet (2010), observó que los indicadores producción de vainas, semillas y rendimientos resultaron ser superiores

estadísticamente, cuando el cultivo no padeció de déficit hídrico durante su ciclo vegetativo; igual resultado que la altura de la planta, diámetro del tallo, número de ramificaciones y trifoliolos, y la biomasa seca, resultando ser la variedad CC 25-9R la de mejores resultados.

En Cuba el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), forma parte importante en la dieta del cubano, la producción nacional abarca las áreas que siembra el Ministerio de la Agricultura que la proyección estratégica para el 2015 alcanzaran las 135 964 ha y una producción de 190 350 t con un rendimiento de 1,4 t·ha⁻¹, en esta cifra se incluye la producción de semilla lo que significa un gran reto para la economía del país (Benítez, 2011).

Los resultados de las investigaciones Cabrera (2011), demuestran que bajo condiciones edafoclimáticas adversas (estrés hídrico y por alta temperatura) las variedades presentaron un índice de estrés que varía en correspondencia con el grado de tolerancia que ellas presentan, provocó un aumento del por ciento de daños de las membranas y el contenido de prolina libre, en todas las variedades.

El frijol es un cultivo que no requiere grandes volúmenes de agua durante su ciclo vegetativo, la demanda de agua dependerá de su fase de desarrollo, siendo el cultivo exigente en la fase de germinación y muy exigente en la fase de diferenciación floral, fructificación y llenado del grano (Alfonso, 1987).

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente este trabajo tiene como objetivo conocer el efecto del estrés hídrico en la fase vegetativa, su influencia en el rendimiento, número de vainas, masa seca y en la economía del agua de riego.

MÉTODOS

El experimento se condujo durante cuatro años, desde 2008 hasta 2011 en la UCTB Los Palacios, sobre un suelo Hidromórfico Gley Laterizado según Hernández y Ascanio (2006), durante el período de octubre a enero en condiciones semicontroladas, en maceteros de 1 m² de área, en cada una se sembraron 20 semillas de la variedad Tomeguín 93. Las labores fitotécnicas se realizaron según los Instructivos Técnicas del Cultivo (Instructivo Técnico del Frijol, 2008).

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con cinco tratamientos durante cuatro años, cuatro con estrés hídrico y un testigo con riego normal (según Instructivo Técnico). El riego se aplicaba al cultivo dos veces por semana con un cubo de capacidad de 5 L.

Tratamientos:

- T₁ - Estrés hídrico hasta enrollado de las hojas y después riego normal
- T₂ - Estrés hídrico hasta quemaduras del ápice de las hojas y después riego normal
- T₃ - Estrés hídrico hasta inicio de amarillamiento de las hojas y después riego normal
- T₄ - Estrés hídrico hasta amarillamiento del 50% de las hojas y después riego normal
- T₅ - Riego normal durante todo el ciclo del cultivo sin estrés hídrico (testigo)

Para las evaluaciones se tomaron 5 plantas por cada macetero

Evaluaciones realizadas:

- Rendimiento (g por planta);
- Consumo de agua (L);
- Número de vainas por plantas;
- Masa seca de la planta (g).

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza simple, aplicándose la dócima de rangos múltiples de Duncan cuando se encontraron diferencias significativas entre las medias para el nivel de significación ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los cuatro años que se desarrolló la investigación, sometiendo al cultivo de frijol negro a estrés hídrico en la fase

vegetativa, se observó un comportamiento positivo, a favor de esta variante respecto al tratamiento testigo sin estrés hídrico.

En la Figura 1 se puede observar el comportamiento del rendimiento al someter al cultivo a diferentes intensidades de estrés hídrico, desde enrollamiento de las hojas hasta su amarillamiento con afectaciones del área foliar (pérdidas de parte del tejido vegetal), dando como resultado un incremento del rendimiento con diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al compararse con el tratamiento testigo, resultando los mejores tratamientos el T₃ y T₄, con rendimiento de 168 y 172 gramos respectivamente, las que sus plantas tuvieron afectaciones en su área foliar con caídas de sus hojas, y siendo el peor de los tratamientos el testigo de producción T₅ con riego normal sin estrés hídrico, con rendimiento 125 gramos (Figura 1), estos resultados coinciden con lo reportado por otro autor Nielsen (2008), el que plantea que al someter este cultivo a un estrés hídrico en esta fenofase (fase vegetativa) no disminuye el rendimiento en granos y sus componentes, pero este autor no plantea incremento en el rendimiento como se reporta en esta investigación durante cuatro años. Sin embargo, otro estudio Boicet (2010), plantea que el rendimiento resultó ser estadísticamente superior, cuando el cultivo no padeció de déficit hídrico (estrés hídrico) durante el ciclo vegetativo del cultivo.

En las Tablas 1, 2 y 3 el rendimiento mantuvo el mismo comportamiento que en la Figura 1, resultando siempre los mejores tratamientos los T₃ y T₄, y el peor el testigo T₅, con el menor valor de todos con diferencias significativas respecto a los tratamientos anteriores.

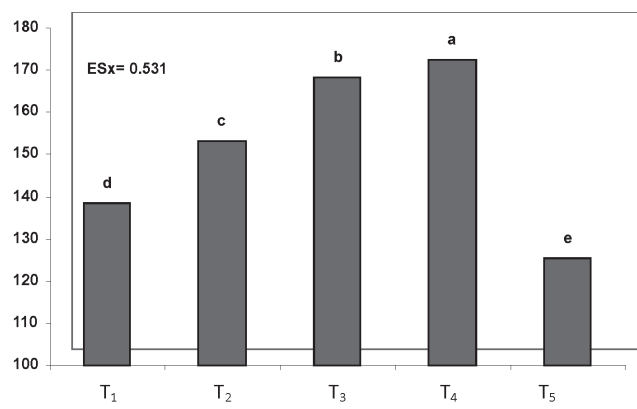


FIGURA 1. Rendimiento por planta en gramos 2008.

El número de vainas por planta y la masa seca tuvieron un comportamiento similar al rendimiento, siendo los tratamientos T₃ y T₄ los de mejor respuesta al déficit hídrico con valores de 6,3 y 7 vainas respectivamente, siendo el peor de todo el T₅ con 4,2 vainas que se corresponde con el testigo (Figura 2), y en cuanto a la masa seca en el T₃ esta osciló entre 1,45 y 1,56 gramos, y para T₄ se mantuvo entre 1,63 y 1,97 gramos, siendo esta una de las causas a que se pudiera atribuir que estos mismo tratamientos le correspondan los mayores rendimientos en granos, un comportamiento muy similar se puede apreciar en las Tablas 1, 2 y 3 que los mejores tratamientos se correspondieron al T₃ y T₄, y el testigo el de valor más bajo significativamente se pudiera atribuir el mayor rendimiento alcanzado a estos componentes del rendimiento entre otros factores.

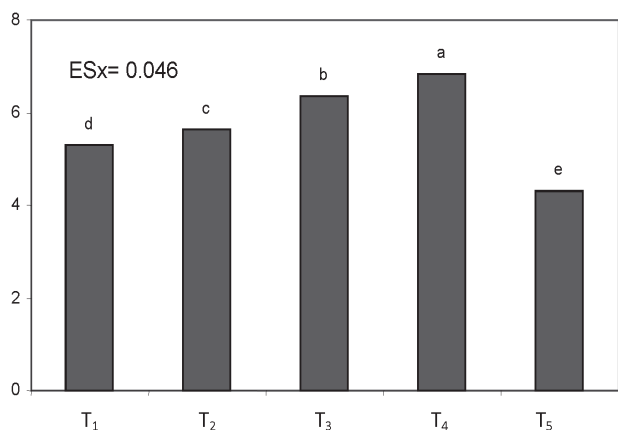


FIGURA 2. Número de vainas por planta 2008.

En la Figura 3 durante el 2008 se puede apreciar como se comportó el consumo de agua por tratamientos durante todo el ciclo del cultivo, los tratamientos que fueron sometidos a

estrés hídrico (T₁, T₂, T₃, T₄) presentaron un menor consumo de agua respecto al tratamiento testigo sin estrés (T₅) con riego normal según Instructivo Técnico del cultivo, 2008, siendo el mejor de todo en cuanto a menor consumo el T₄ con un valor de 100 L (se corresponde al de mayor rendimiento) y el mayor consumo de todos el T₅ con 200 litros de agua (se corresponde al de menor rendimiento), duplicando el valor del T₄, un comportamiento similar se presentó para los años sucesivos estudiados. Se puede aseverar en este estudio que, con menor consumo de agua es posible alcanzar mayores rendimientos de granos en el cultivo del frijol negro con la variedad Tomeguín 93, bajo las condiciones edafoclimáticas de Los Palacios, en la provincia de Pinar del Río, este criterio no es coincidente por lo planteado por otros autores (Greven *et al.* (2017); Paisin *et al.* (1991); Fougereux *et al.* (1997); Ghassemi *et al.* (1997); Zalewski *et al.* (2001), quienes afirman que con menor consumo de agua propicia una productividad en granos similar o menor a los tratamientos con mayores consumos de agua.

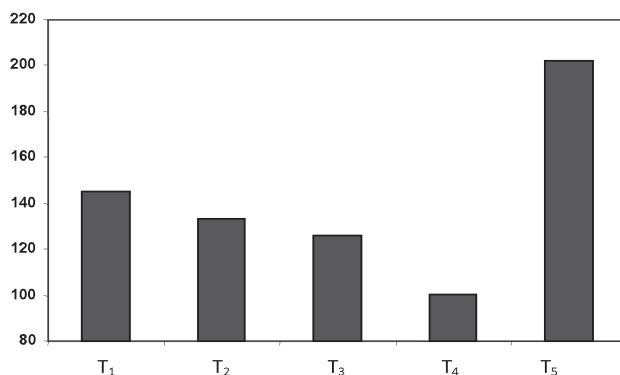


FIGURA 3. Consumo de agua en litros por tratamientos 2008.

TABLA 1. Comportamiento del rendimiento por planta, número de vainas por planta, masa seca por planta y el consumo de agua 2009

Tratamiento	Rendimiento, g	No. de vainas por planta	Masa seca por planta, g	Consumo de agua, L
T ₁	137,9d	5,8d	1,25d	125
T ₂	165,2c	6,3c	1,43bc	100
T ₃	171,4b	6,5b	1,45b	80
T ₄	183,8a	7,5a	1,63a	60
T ₅	126,8e	4,3e	0,75e	200
ESx	0,53	0,046	0,015	-

Medias con letras en común no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

TABLA 2. Comportamiento del rendimiento por planta, número de vainas por planta, masa seca por planta y el consumo de agua 2010

Tratamiento	Rendimiento, g	No. de vainas por planta	Masa seca por planta, g	Consumo de agua, L
T ₁	139,8d	5,6d	1,30d	128
T ₂	170,0c	6,5bc	1,54bc	95
T ₃	177,3b	6,8b	1,56b	76
T ₄	186,5a	7,8a	1,86a	63
T ₅	124,5e	4,5e	0,65e	220
ESx	0,54	0,047	0,017	-

Medias con letras en común no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

TABLA 3. Comportamiento del rendimiento por planta, número de vainas por planta, masa seca por planta y el consumo de agua 2011

Tratamiento	Rendimiento, g	No. de vainas por planta	Masa seca por planta, g	Consumo de agua, L
T ₁	141,5d	5,9d	1,34d	123
T ₂	173,6c	6,6bc	1,55bc	90
T ₃	178,9b	6,9b	1,59b	71
T ₄	189,6a	8,3a	1,97a	56
T ₅	120,5e	4,8e	0,73e	210
ESx	0,55	0,049	0,018	-

Medias con letras en común no difieren significativamente según prueba de Duncan al 5%.

Calidad de semilla

La calidad fisiológica de la semilla no resultó afectada significativamente por el estrés hídrico en la etapa reproductiva en cuanto a germinación y peso seco de plántula durante todos los años estudiados. Estos resultados confirman lo encontrado por varios autores sobre la temática Paisin *et al.* (1991); Fougereux *et al.* (1997); Ghassemi *et al.* (1997); Zalewski *et al.* (2001), en distintos cultivos, en frijol, chícharo, maíz, sorgo y en lupinus (*Lupinus angustifolius*) y triticale. Según Zalewski *et al.* (2001), otros estudios en semillas de lupinus y triticale, a pesar de la reducción en el contenido de carbohidratos solubles durante el estrés hídrico, la germinación estándar y el vigor no fueron afectados. Ello indica que el estrés hídrico reduce el número de semillas y su tamaño, o ambos, pero las semillas formadas no resultan afectadas en la calidad fisiológica. Sin embargo, en este trabajo no se observó que el estrés hídrico en la etapa vegetativa redujera el número de semillas y su tamaño, se encontró todo lo contrario, aumentó el número de semillas y su tamaño, con un brillo muy característico en las semillas procedentes de las plantas estresadas.

Se pudo observar en los tratamientos que fueron sometidos a estrés hídrico sus granos presentaron un color negro brillante y de mayor tamaño, mientras que en el tratamiento testigo sin estrés no se comportó así, los granos presentaron un color negro oscuro pero más pequeños.

En la investigación quedó demostrado que la magnitud del daño causado por el estrés hídrico sobre el rendimiento en granos y sus componentes dependen en gran medida de la etapa del desarrollo, intensidad del estrés y la duración del mismo, así como del genotipo utilizado.

CONCLUSIONES

- Se puede decir que al someter al cultivo de frijol a un estrés hídrico en la fase vegetativa en la variedad Tomeguín 93 de color negro se incrementa el rendimiento en granos, el número de vainas por planta y la masa seca por planta con un menor consumo de agua respecto al tratamiento testigo (riego normal), los granos de frijoles con estrés presentaron un color más brillante respecto al testigo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFONSO, E.: *El frijol*, pp. 136-138, Departamento de Ediciones del ISCAH. La Habana, Cuba, 1987.
2. BENÍTEZ, R: Nuevas variedades de frijol común para la producción comercial en Cuba. Libro Resumen. 5^o Encuentro Internacional de Arroz. En: **I^{er} Simposio de Granos**, Palacio de Convenciones de la Habana, del 6 al 11 de Junio de 2011, pp. 109 -110, La Habana, Cuba, 2011.
3. BOICET, T: Estrés hídrico y la distribución de características vegetativas y reproductivas en el genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). En: **II Simposio de Ecofisiología Vegetal**. Libro Resumen **XVII Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas 2010**, p. 145, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 2010.
4. CABRERA, M.: Comportamiento de algunas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) bajo condiciones edafoclimáticas adversas. En: Libro Resumen. **5^o Encuentro Internacional de Arroz. I^{er} Simposio de Granos. Libro Resumen. 5^o Encuentro Internacional de Arroz. I^{er} Simposio de Granos**. Palacio de las Convenciones de la Habana, del 6 al 11 de Junio de 2011, p. 112, La Habana, Cuba, 2011.
5. FOUGEREUX, J.A., T. DORE, F. LADONNE, A. FLEURY: "Water stress during reproductive stages affects seed quality and yield of pea (*Pisum sativum* L.)", *Crop Sci.*, 37: 1247-1252, 1997.
6. GHASSEMI, K.G., A. SOLTANI, A. ATASHI: "The effect of water limitation in the field on seed quality of maize and sorghum", *Seed Sci. Technol.*, 25: 321-323, 1997.
7. GREVEN, M.M. B.A. MCKENZIE, G.D. HILL: *The influence of stress on yield, abortion and seed size of French dwarf beans (Phaseolus vulgaris L.)*. In: Proc. Annu. Conf. Agron. Soc., 27: 101-108, New Zeal, 2007.
8. HERNÁNDEZ, A; J.M. ASCANIO: *La Historia de la Clasificación de los suelos de Cuba*, pp. 41-42, Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 2006.
9. MINAG: *Instructivo Técnico del Frijol*, Ed. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2008.

10. NIELSEN, D.: Black bean sensitivity to water stress at various growth stages. *Crop Sc.* 2008,38: 422-427.
11. PAISIN NH, F. SANTOS, M. SANTOS: "Performance of bean seeds derived from plants subjected to water stress at two growth stages", *Pesq. Agropec. Bras.* 26: 183-192, 1991.
12. ZALEWSKI, K., L.B. LAHUTA, M. HORBOWICZ: "The effect of soil drought on the composition of carbohydrates in yellow lupin seeds and triticale kernel", *Acta Physiol. Plant.*, 23: 73-78, 2001.

Recibido: 25 de septiembre 2012.

Aprobado: 24 de julio de 2013.

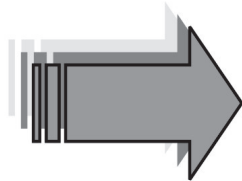
Ricardo Polón Pérez, Inv. Auxiliar, Unidad Científico Tecnológica de Base "Los Palacios", Pinar del Río, Cuba. Correo Electrónico: rpolon@inca.edu.cu



CENTRO DE MECANIZACIÓN AGROPECUARIA

LABORATORIO DE OLEOHIDRÁULICA

SERVICIOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS



- Descontaminación de aceites oleohidráulicos
- Fabricación de equipos portátiles de filtraje de aceites
- Recuperación (emboquillado) y fabricación de mangueras
- Diagnóstico y evaluación de circuitos oleohidráulicos y sus componentes
- Cursos y entrenamientos de posgrado

Solicitudes de ofertas a:

M.Sc. Héctor de las Cuevas Milán
Centro de Mecanización Agropecuaria
Autopista Nacional y Carretera de Tapaste. km 23, San José de las Lajas,
Mayabeque, Cuba. Apdo. 18-19
Tel.: (53)(47) 864346
E_mail: hector@isch.edu.cu