



RESPUESTA DE CULTIVARES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA SEQUÍA UTILIZANDO DIFERENTES ÍNDICES DE SELECCIÓN

Drought response of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars using different selection indexes

Wilfredo Estrada Prado^{1✉}, Eduardo Jerez Mompie²,
María C. Nápoles García², Ariel Sosa Rodríguez¹,
Yariuska C. Maceo Ramos¹ y Cristóbal Cordoví Domínguez¹

ABSTRACT. The response of 15 bean cultivars the hydric deficit tolerance was evaluated in an experiment carried out between the years 2012-2013 at CCSF “Roberto Aguilar”, Bayamo municipality, Granma province, Cuba. Two treatments were used: cultivars of bean under watering and cultivars of bean low drought, distributed in a random block design. Ten plants were selected at random from each treatment where indicators were evaluated: number of sheaths for plants, weight of the sheaths (g), length of the sheaths (cm) and wide of the sheaths (mm). Also to determine the tolerance the following indexes were evaluated: yield losses (YL), geometrical mean productivity (GMP), mean productivity (MP), relative efficiency index (REI), drought tolerant index (DTI), stability yield index (SYI), susceptibility drought index (SDI), harmonic mean (HM) and tolerance (T). The results showed that the soil hydric deficits evaluated have an influence ($p \leq 0,05$), in the behavior of the cultivars, where CC-25-9R variety showed the most tolerant hydric deficit, while Tomeguín-93 was the most susceptible variety.

Key words: varieties, drought susceptibility, drought tolerant

RESUMEN. Se evaluaron 15 cultivares de frijol para determinar la tolerancia al déficit hídrico en un experimento que se desarrolló en el período 2012-2013 en la CCSF “Roberto Aguilar”, municipio Bayamo, provincia Granma, Cuba. Se emplearon dos tratamientos: cultivares de frijol bajo riego y cultivares de frijol bajo sequía, distribuidos en un diseño de bloque al azar. Se seleccionaron diez plantas al azar en cada tratamiento donde se evaluaron los siguientes indicadores: número de vainas por plantas, peso de las vainas (g), longitud de las vainas (cm) y ancho de las vainas (mm). Además, para determinar la tolerancia se evaluaron los siguientes índices: pérdida del rendimiento (PR), productividad media geométrica (PMG), productividad media (PM), índice de eficiencia relativa (IER), índice de tolerancia a la sequía (ITS), índice de rendimiento (IY), índice de estabilidad del rendimiento (IEY), índice de susceptibilidad a la sequía (ISS), media armónica (MH) y tolerancia (TOL). Los resultados mostraron que el déficit de humedad evaluado, influyó significativamente ($p \leq 0,05$), en el comportamiento de los cultivares donde la variedad CC-25-9R mostró mayor tolerancia al déficit hídrico mientras que la variedad Tomeguín-93 fue la más susceptible.

Palabras clave: variedades, susceptibilidad a la sequía, tolerancia a la sequía

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es entre las leguminosas de granos alimenticias, una de las especies más importantes para el consumo humano.

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, carretera Vía Manzanillo, km 16 1/2, Bayamo, Granma, Cuba.

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

✉ estrada@dimitrov.cu

Su producción abarca diversas áreas agroecológicas. Esta leguminosa se cultiva prácticamente en todo el mundo (1).

Una de las principales fuentes de proteína en Latinoamérica y África es el frijol (*Phaseolus vulgaris*) (2), es una fuente significativa de vitaminas, minerales y fibra dietética, muy utilizada por los habitantes de países en desarrollo (3).

El cambio climático es una amenaza progresiva y cada vez más latente para la producción de alimentos,

especialmente en las regiones menos desarrolladas. Entre estas amenazas se encuentran sequías e inundaciones severas y frecuentes que favorecen la aparición de nuevas plagas y enfermedades y el aumento de las ya existentes (4).

La sequía es uno de los factores de estrés más importantes, inhibe el crecimiento de las plantas y el rendimiento. Hay muchos informes sobre los mecanismos de la percepción, la transducción y respuesta de las plantas contra el estrés por sequía (5).

Entre todas las limitaciones ambientales, el estrés por sequía es el factor más limitante para la productividad de la planta y distribución, en los sistemas agrícolas y naturales (6, 7). Una propuesta reciente para mitigar los efectos del cambio climático y reducir el consumo de agua en la agricultura, es la generación de variedades que hagan un uso eficiente del agua (UEA) (8).

Por tal motivo resulta un problema que la región oriental, presenta dificultades con la distribución y frecuencia de las precipitaciones, que hacen que algunos cultivos como el frijol, no alcancen su máximo potencial productivo debido a que no se cuenta con variedades adaptadas al estrés hídrico.

Por todo lo anterior se desarrolló un experimento con el objetivo de evaluar la respuesta de 15 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes condiciones de humedad del suelo, utilizando diferentes índices de selección.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el período 2012-2013, en la CCSF "Roberto Aguilar", Bayamo, Granma, Cuba. Se utilizaron semillas comerciales de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de las variedades Velasco Largo, CC-25-9R, CC-25-9N, Tomeguín-93, Cabriole, Holguín-518, Delicias-364, Pilón, INIFAT-8, Lagrima roja, Bonita-11, Engañador, P-219, P-1127 y P-3047 (9).

El suelo sobre el cual se ejecutó el experimento en la localidad objeto de estudio, se clasifica como pardo sin carbonato o cambisoles según la última versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (10), con las características químicas que aparecen en la Tabla I.

La preparación del suelo se realizó con tractor YUNZ-6 KM; en el siguiente orden: gradeo, rastrillo y surca. Se aplicó fertilizante mineral a razón de 120 kg ha⁻¹ de la fórmula 7,5-6-12 de N-P-K, el que fue distribuido en el fondo del surco y tapado con una lámina de suelo para evitar el contacto de las semillas con el fertilizante directamente (11).

Tabla I. Características químicas del suelo Pardo sin Carbonato (Cambisoles)

Profundidad (cm)	MO (%)	pH KCl	P ₂ O ₅ mg 100g ⁻¹	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺ cmol kg ⁻¹	K ⁺	Na ⁺
0-25	3,00	6,5	2,77	35,75	26,81	6,36	1,15	0,75

La siembra se efectuó en la segunda quincena del mes de diciembre del año 2012 de forma manual, en un marco de 0,70 m entre surcos y entre 0,05-0,07 m entre plantas. Las parcelas contaron con un largo de 5 metros y 2,8 metros de ancho para un área total de 14,00 m² y un área de cálculo 6,30 m², por descuento de los dos surcos laterales y 0,25 m al principio y final de cada surco. Las variedades fueron sometidas a dos tratamientos de riego:

T₁- Riego (se aplicó el riego durante todo el ciclo del cultivo).

T₂- Sequía (suspensión del riego en la etapa de floración y formación de vainas).

Se realizaron las siguientes evaluaciones: número de vainas por plantas, peso de las vainas (g), longitud de las vainas (cm) y ancho de las vainas (mm).

Para determinar la susceptibilidad y tolerancia de las variedades en los dos tratamientos de riego, se calcularon las pérdidas de rendimiento de las variedades en los niveles de humedad en el suelo mediante la fórmula:

$$PR= 1-(Rs/Rr).100$$

Rs: rendimiento en el T1.

Rr: rendimiento en T2 y los índices de tolerancia a la sequía según se muestra en la Tabla II (12).

Tabla II. Índices de tolerancia estudiados bajo las dos condiciones de humedad

Índices de tolerancia	Fórmulas
Índice de susceptibilidad a sequía	ISS= [1-(Rsi/Ryi)] / ITS
Productividad media geométrica	PMG= $\sqrt{Rsi \cdot Ryi}$
Productividad media	PM= (Rsi + Ryi) / 2
La media armónica	MH= 2(Ry+Rs)/(Ry+Rs)
Tolerancia	TOL= Ryi-Rsi
Índice de tolerancia a la sequía	ITS= (Ry · Rs) / (Ry) ²
Índice de rendimiento	YI= Rsi/Rs
Estabilidad del rendimiento	YSI= Rsi / Ryi
Índice de eficiencia relativa	IER= (Rsi /Rs)/Ryi/Ry

Rsi: Rendimiento medio de todos las variedades en condiciones de estrés; Ryi: Rendimiento medio de todos las variedades en condiciones de riego; Rs: Rendimiento del cultivo en condiciones de estrés; Ry: Rendimiento del cultivo en condiciones de riego

Se realizó un análisis de varianza factorial bajo un diseño de bloques al azar con un arreglo de parcelas divididas, donde las parcelas grandes fueron los dos tratamientos de riego y las parcelas pequeñas las variedades evaluadas. La comparación de medias se realizó a través de la prueba de Tukey, con una probabilidad $p < 0,05$. El procesamiento estadístico se realizó con el paquete Statistica versión 8.0 sobre Windows (13).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar la producción de vainas y sus componentes en la Tabla III se observa que para la condición donde se dieron los riegos, todos los indicadores medidos reflejaron diferencias significativas entre las variedades; lográndose mayor vainas por plantas en la variedad CC-25-9R con 27,0 vainas en cada planta, sin diferencia significativa de las variedades Holguín-518, Engañador y Velasco Largo que a su vez mostraron diferencias del resto de las variedades. Mientras las variedades Tomeguín-93 y Bonita-11 alcanzaron 15,9 y 15,7 vainas por plantas y tampoco existió diferencias estadísticas entre ellas. En cuanto al peso de las vainas, también hubo un comportamiento similar entre las variedades en el largo y ancho de estas, siendo nuevamente superior la variedad CC-25-9R con 8,49 cm y 9,1 mm respectivamente.

En la condición de sequía se lograron los mejores resultados con un valor de 23,6 vainas por plantas en la variedad CC-25-9R, sin diferencia de las variedades Holguín-518, Engañador y Velasco Largo, y similar resultado en el peso por vaina con un valor de 295 g, siendo muy superior al resto de las variedades. El mayor valor en cuanto a largo y ancho de las vainas se logró en esta misma variedad, con valores de 7,4 cm y 8,2 mm respectivamente. Además, las variedades Tomeguín-93 y Bonita-11 alcanzaron valores inferiores en cuanto a estos últimos indicadores y sin diferencias significativas entre ellas. Es evidente que cuando las plantas padecieron de sequía todos los indicadores medidos se redujeron con relación a los resultados obtenidos en la condición de riego.

La sequía o la escasa disponibilidad de agua, es el principal factor que limita la producción de los cultivos (14).

Sin duda, la sequía que ocurre durante las etapas de floración, formación de vaina y llenado de grano, disminuye el rendimiento del cultivo del frijol común. Para algunos investigadores en el cultivo del frijol, el número de vainas y el rendimiento disminuyen de un 50 a 72 %, lo que depende de la intensidad del déficit de agua y la tolerancia del cultivar (15). De acuerdo con otros autores, dependiendo de la duración del período de sequía y su magnitud, esta puede causar pérdidas en el rendimiento de 20 a 100 % en los campos del frijol (16).

Tabla III. Producción de vainas bajo ambas condiciones de humedad

Variedades	Indicadores							
	Riego				Sequía			
	Vainas por plantas	Peso vainas (g)	Largo vainas (cm)	Ancho vainas (mm)	Vainas por plantas	Peso vainas (g)	Largo vainas (cm)	Ancho vainas (mm)
Velasco Largo	23,8 b	420 b	8,13 b	8,3 b	22,7 b	283 b	7,4 b	7,8 b
CC-25-9R	27,0 a	482 a	8,49 a	9,1 a	23,6 a	295 a	7,4 a	8,2 a
CC-25-9N	20,2 d	405 cd	7,82 cd	8,8 cd	16,3 cd	180 cd	7,28 cd	8,1 cd
Tomeguín-93	15,9 e	364 e	6,95 e	6,5 e	13,9 e	162 e	6,37 e	6,4 e
Cabriole	18,6 de	357 de	7,68 de	7,6 de	18 de	187 de	6,59 de	7,2 de
Delicias-364	21,4 d	370 d	8,26 d	8,5 d	20 d	269 d	6,82 d	7,3 d
Holguín-518	26,2 ab	450 ab	8,34 ab	8,4 ab	21 ab	274 ab	7,0 ab	7,5 ab
Pilón	19,4 d	389 d	7,57 d	7,7 d	17 d	213 d	6,81 d	7,3 d
Bonita-11	15,7 e	376 e	7,00 e	7,3 e	16 e	175 e	6,44 e	6,5 e
INIFAT-8	16,5 cd	394 cd	8,20 cd	8,4 cd	18 cd	218 cd	6,89 cd	7,0 cd
Lagrima Roja	19,3 de	382 de	7,29 de	7,4 de	20 de	206 de	6,75 de	6,9 de
Engañador	25,5 b	437 b	7,76 b	8,2 b	19 b	247 b	6,94 b	7,4 b
P-219	17,6 cd	378 cd	7,28 cd	7,0 cd	16 cd	194 cd	6,67 cd	6,7 cd
P-1127	18,3 c	394 c	7,41 c	7,9 c	20 c	238 c	6,80 c	6,8 c
P-3047	17,9 c	390 c	7,54 c	7,5 c	17 c	224 c	7,04 c	7,1 c
Es _x	0,92	4,56	0,04	0,02	1,00	4,98	0,02	0,05

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

Según algunos autores, el índice de susceptibilidad a la sequía (ISS) puede ser considerado como un criterio aceptable para discriminar variedades (14), bajo condiciones de estrés hídrico. No obstante, se deben tener en cuenta otras características; ya que puede darse el caso que las variedades con mayor tolerancia a la sequía (menor ISS), no necesariamente sean las más productoras en esas condiciones, pero sí los que menos reducen su rendimiento al pasar de la condición de riego a la de sequía.

Otros autores señalaron, que si bien el ISS es un criterio aceptable para seleccionar variedades que reduzcan menos su rendimiento en condiciones de estrés hídrico, no necesariamente éstos serán las de mayor rendimiento (14).

Tomando como base los criterios de los autores mencionados, se observa que en los índices evaluados, la respuesta de las variedades fue diferente (Tabla IV).

Nótese como las pérdidas del rendimiento (PR), tolerancia (TOL) e índice de susceptibilidad a la sequía (ISS) alcanzaron los menores valores en las variedades CC-25-9R, Delicias-364, Holguín-518 y INIFAT-8; de ahí que éstas resulten ser las de mayor tolerancia al estrés hídrico. También, hay coincidencia, en estas cuatro variedades, en que los valores de MP, MPG, IER, IST, YI y YSI, están por encima de la media de todas las variedades, lo cual reafirma los resultados

ya descritos. Por el contrario, los mayores valores de estos índices se registraron en las variedades Tomeguín-93, Bonita-11, Cabriolé, Pílon y P-3047 por lo que se consideran las de mayor susceptibilidad.

La medida del rendimiento relativo de variedades en ambientes de sequía y ambientes favorables, parecen ser un punto de partida común en la identificación de las variedades deseables para las condiciones de ambientes con lluvias impredecibles (17).

Los índices de tolerancia proporcionan una medida de la sequía basados en la pérdida del rendimiento bajo condiciones de sequía, comparado con las condiciones normales. Por tal motivo, la susceptibilidad a la sequía de una variedad es a menudo, medida de la reducción del rendimiento bajo estrés por sequía. Según varios autores, estos índices de tolerancia son importantes en la evaluación de las respuestas de las variedades en las condiciones de estrés versus no estrés, así como para el conocimiento de la adaptación y estabilidad del rendimiento (17).

La selección basada en una combinación de índices es un criterio útil para mejoradores de plantas a tolerancia a la sequía, pero el estudio de coeficientes de correlación también es útil para encontrar el grado global lineal de la asociación entre cualquier atributo (18).

Tabla IV. Índices de selección de variedades de frijol tolerantes al estrés hídrico

Variedades	Rr	Rs	PR (%)	PMG	PM	IER	ITS	YI	YSI	ISS	MH	TOL
Velasco Largo	1,67 b	1,31 b	21,56	1,48	1,49	1,5234	2,19	1,2710	0,78	1,0	1,47	0,36
CC-25-9R	2,15 a	1,92 a	10,70	2,03	2,04	2,8745	4,13	1,8628	0,89	0,50	2,03	0,23
CC-25-9N	1,24 d	0,93 cd	25,00	1,07	1,09	0,8030	1,15	0,9023	0,75	1,16	1,06	0,31
Tomeguín-93	1,21 d	0,69 e	42,98	0,91	0,95	0,5813	0,83	0,6694	0,57	1,99	0,88	0,52
Cabriole	1,04 e	0,63 e	39,42	0,81	0,84	0,4562	0,66	0,6112	0,61	1,83	0,78	0,41
Delicias-364	1,1 e	0,86 d	21,82	0,97	0,98	0,6587	0,95	0,8344	0,78	1,01	0,97	0,24
Holguín-518	1,75 ab	1,46 ab	16,57	1,60	1,61	1,7791	2,56	1,4165	0,83	0,77	1,59	0,29
Pílon	1,15 de	0,73 de	36,52	0,92	0,94	0,5845	0,84	0,7082	0,63	1,69	0,89	0,42
Bonita-11	1,12 de	0,64 de	42,86	0,85	0,88	0,4991	0,72	0,6209	0,57	1,99	0,81	0,48
INIFAT-8	1,33 cd	1,05 c	21,05	1,18	1,19	0,9724	1,40	1,0187	0,79	0,98	1,17	0,28
Lagrima Roja	1,27 d	0,89 d	29,92	1,06	1,08	0,7870	1,13	0,8635	0,70	1,39	1,05	0,38
Engañador	1,65 b	1,34 b	18,79	1,49	1,50	1,5391	2,21	1,3001	0,81	0,87	1,48	0,31
P-219	1,30 cd	0,91 cd	30,00	1,09	1,11	0,8237	1,18	0,8829	0,70	1,39	1,07	0,39
P-1127	1,46 c	1,10 c	24,66	1,27	1,28	1,1183	1,61	1,0672	0,75	1,14	1,25	0,36
P-3047	1,46 c	1,00 cd	31,51	1,21	1,23	1,0166	1,46	0,9702	0,68	1,46	1,19	0,46
Promedio	1,39	1,03	27,56	1,20	1,21	1,07	1,53	1,00	0,72	1,28	1,18	0,36
Esx	0,07	0,09										

Rr= Rendimiento con riego (t ha⁻¹);

PMG= Productividad media geométrica;

ITS=Índice de tolerancia a la sequía;

ISS= Índice de susceptibilidad a la sequía;

Medias con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de rangos múltiple de Tukey para p≤0,05

Rs= Rendimiento en sequía (t ha⁻¹);

PM= Productividad media;

YI= Índice de rendimiento;

MH= Media armónica;

PR(%) =Pérdida del rendimiento;

IER= Índice de eficiencia relativa;

YSI= Índice de estabilidad del rendimiento;

Tol= Tolerancia

Otros autores explicaron que entre los indicadores de tolerancia, un valor más alto de TOL e ISS, representa relativamente más sensibilidad a la sequía, así un menor valor de TOL e ISS son favorables (19). Añadieron, además, que las variedades con un ISS menores a la unidad, son tolerantes a la sequía. La selección basada en estos dos criterios favorece las variedades con bajo rendimiento en las condiciones sin estrés, y alto rendimiento en las condiciones con estrés (20).

CONCLUSIONES

- ◆ El rendimiento recibe influencia marcada por el nivel de humedad en el suelo y es la variedad CC-25-9R la de mejor respuesta en dichas condiciones, con rendimiento de 2,15 y 1,92 t ha⁻¹, respectivamente.
- ◆ La variedad CC-25-9R mostró mayor tolerancia al estrés hídrico, mientras que la variedad Tomeguín-93 fue la más susceptible.
- ◆ Los índices de selección utilizados permiten caracterizar el comportamiento de estas variedades en diferentes condiciones de humedad en el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boicet, F. T.; Secada, Y.; Chaveco, O.; Boudet, A.; Gómez, Y.; Meriño, Y.; Reyes, J. J.; Ojeda, C. M.; Tornos, N. y Barroso, L. "Respuesta a la sequía de genotipos de frijol común utilizando diferentes índices de selección". *Centro Agrícola*, vol. 38, no. 4, 2011, pp. 69–73, ISSN 0253-5785, 2072-2001.
2. Omae, H.; Kumar, A. y Shono, M. "Adaptation to High Temperature and Water Deficit in the Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during the Reproductive Period". *Journal of Botany*, vol. 2012, 28 de mayo de 2012, ISSN 2090-0120, DOI 10.1155/2012/803413, [Consultado: 22 de marzo de 2016], Disponible en: <<http://www.hindawi.com/journals/jb/2012/803413/abs/>>.
3. Muhamba, T. G. y Nchimbi, M. S. "Diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes in iron and zinc contents under greenhouse conditions". *African Journal of Agricultural Research*, vol. 5, no. 8, 18 de abril de 2010, pp. 738-747, ISSN 1991-637X, DOI 10.5897/AJAR10.304.
4. Polanía, J. A.; Rao, I. M.; Mejía, S.; Beebe, S. E. y Cajiao, C. "Características morfo-fisiológicas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) relacionadas con la adaptación a sequía". *Acta Agronómica*, vol. 61, no. 3, 2012, pp. 197-206, ISSN 0120-2812, 2323-0118.
5. Seçkin, D. B. y Aksoy, M. "Drought tolerance of knotgrass (*Polygonum maritimum* L.) leaves under different drought treatments". *Pakistan Journal of Botany*, vol. 46, no. 2, 2014, pp. 417-421, ISSN 0556-3321, 2070-3368.
6. Srivastava, N. "Influence of water deficit on morphological characteristics of green manure crop (Dhaincha) *Sesbania cannabina* Poir". *Unique Journal Pharmaceutical and Biogical Sciences*, vol. 2, no. 3, 1 de enero de 2014, pp. 15-18, ISSN 2347-3614.
7. Shafiq, S.; Akram, N. A. y Ashraf, M. "Does exogenously-applied trehalose alter oxidative defense system in the edible part of radish (*Raphanus sativus* L.) under water-deficit conditions?". *Scientia Horticulturae*, vol. 185, 30 de marzo de 2015, pp. 68-75, ISSN 0304-4238, DOI 10.1016/j.scienta.2015.01.010.
8. Nieto, J. E. R.; Tavera, V. M.; Gallegos, J. A. A.; Ibarra, E. P. y Aguirre, C. L. "Caracterización fisiológica y genética del uso eficiente del agua en dos variedades de frijol contrastantes". *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, vol. 1, no. 1, 2013, pp. 43–51, ISSN 0122-8706.
9. Fernández, G. L. *Catálogo de variedades comerciales del INIFAT*. 1.ª ed., edit. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical «Alejandro de Humboldt», La Habana, Cuba, 11 de noviembre de 2013, ISBN 978-959-7223-06-1.
10. Hernández, J. A.; Pérez, J. J. M.; Bosch, I. D. y Castro, S. N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 2015, 93 p., ISBN 978-959-7023-77-7.
11. Colectivo de autores. *Guía técnica para la producción de frijol común y maíz*. 1.ª ed., edit. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, La Habana, Cuba, 16 de septiembre de 2014, ISBN 978-959-296-036-7.
12. Anwar, J.; Mahboob, S. G.; Hussain, M.; Ahmad, J.; Hussain, M. y Munir, M. "Drought tolerance indices and their correlation with yield in exotic wheat genotypes". *Pakistan Journal of Botany*, vol. 43, no. 3, 2011, pp. 1527–1530, ISSN 0090-8472.
13. IBM Corporation. *IBM SPSS Statistics* [en línea]. versión 8.0, [Windows], Multiplataforma, edit. IBM Corporation, U.S, 1998, Disponible en: <<http://www.ibm.com>>.
14. Yarnia, M.; Arabifard, N.; Khoei, F. R. y Zandi, P. "Evaluation of drought tolerance indices among some winter rapeseed cultivars". *African Journal of Biotechnology*, vol. 10, no. 53, 2013, pp. 10914-10922, ISSN 1684-5315, DOI 10.4314/ajb.v10i53.
15. Akçura, M.; Partigoc, F. y Kaya, Y. "Evaluating of drought stress tolerance based on selection indices in Turkish bread wheat landraces". *The Journal of Animal & Plant Sciences*, vol. 21, no. 4, 2011, pp. 700–709, ISSN 1018-7081.
16. Mohamed, A. S. y Ibrahim, M. H. "Alleviation of adverse effects of drought stress on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by exogenous application of hydrogen peroxide". *Bangladesh Journal of Botany*, vol. 40, no. 1, 13 de julio de 2011, pp. 75-83, ISSN 2079-9926, 0253-5416, DOI 10.3329/bjb.v40i1.8001.
17. Porch, T. G.; Ramirez, V. H.; Santana, D. y Harmsen, E. W. "Evaluation of Common Bean for Drought Tolerance in Juana Diaz, Puerto Rico". *Journal of Agronomy and Crop Science*, vol. 195, no. 5, 1 de octubre de 2009, pp. 328-334, ISSN 1439-037X, DOI 10.1111/j.1439-037X.2009.00375.x.
18. Shirani, R. A. H. y Abbasian, A. "Evaluation of drought tolerance in winter rapeseed cultivars based on tolerance and sensitivity indices". *Žemdirbystė=Agriculture*, vol. 98, no. 1, 2011, pp. 41-48, ISSN 1392-3196.

19. Khayatnezhad, M.; Hasanuzzaman, M. y Gholamin, R. "Assessment of yield and yield components and drought tolerance at end-of season drought condition on corn hybrids (*Zea mays* L.)". *Australian Journal of Crop Science*, vol. 5, no. 12, 2011, pp. 1493-1500, ISSN 1835-2707, 1835-2693.
20. Golabadi, M.; Arzani, A. y Mirmohammadi, M. S. A. M. "Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat". *African Journal of Agricultural Research*, vol. 1, no. 5, 2006, pp. 162–171, ISSN 1991–637X.

Recibido: 13 de abril de 2015

Aceptado: 19 de enero de 2016