

RESPUESTA A LA SEQUÍA DE VARIEDADES DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) UTILIZANDO DIFERENTES ÍNDICES DE SELECCIÓN

Drought response of onion (*Allium cepa* L.) varieties using different selection indexes

Wilfredo Estrada Prado[✉], Elio Lescay Batista, Alexander Álvarez Fonseca y Yariuska C. Maceo Ramos

ABSTRACT. The water deficit tolerance of five onion varieties was evaluated in an experiment carried out between the years 2009-2010 at “Jorge Dimitrov” Agricultural Research Institute, Bayamo municipality, Granma province, Cuba. Three soil moisture levels were evaluated: 100, 75 and 50 %. 15 treatments were used, distributed in a completely randomized design and 30 plants were selected at random from each treatment where 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 (TOL). The results showed that the soil water deficits evaluated have a significative ($p \leq 0,05$), where Grano-2000 F₁ showed the most tolerant water deficit variety, while H-222 was the most susceptible variety. All the drought indexes evaluated have a high contribution on the total phenotypic variability.

Key words: *Allium cepa*, drought susceptibility, drought tolerant, varieties

RESUMEN. Se evaluó la tolerancia al déficit hídrico de cinco variedades de cebolla en un experimento que se desarrolló en el período 2009-2010 en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, municipio Bayamo, provincia Granma, Cuba. Se evaluaron tres niveles de humedad en el suelo (100, 75 y 50 %). Se emplearon 15 tratamientos, distribuidos en un diseño completamente aleatorizado y se seleccionaron 30 plantas al azar en cada tratamiento donde se evaluaron los 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 los déficit de humedad evaluados, influyeron significativamente ($p \leq 0,05$), donde la variedad Grano-2000 F₁ mostró mayor tolerancia al déficit hídrico mientras que la variedad H-222 fue la más susceptible. Todos los índices evaluados tuvieron una alta contribución a la variabilidad total.

Palabras clave: *Allium cepa*, susceptibilidad a la sequía, tolerancia a la sequía, variedades

INTRODUCCIÓN

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 (1).

El estrés por sequía es el factor abiótico que afecta en mayor grado la producción mundial de cultivos y en consecuencia a de alimentos. La tolerancia a sequía en especies vegetales es un proceso complejo que involucra diferencias morfológicas y anatómicas que contribuyen a la adaptación de la planta a condiciones restringidas de humedad (2).

En la agricultura tradicional, en la región oriental de Cuba, el problema principal lo constituyen las variaciones en la cantidad y distribución de las lluvias, lo que da lugar al período de sequía que afecta la producción de los cultivos y su sostenibilidad (3). Una propuesta reciente para mitigar los efectos del

Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, Carretera Vía Manzanillo Km 16 1/2, Bayamo. Granma. Cuba. Teléfono: 452161.

✉ estrada@dimitrov.cu

cambio climático y reducir el consumo de agua en la agricultura, es la generación de variedades que hagan un uso eficiente del agua (UEA) (4).

El uso de variedades adaptadas con determinado grado de tolerancia a las condiciones de déficit hídrico y el perfeccionamiento de tecnologías de manejo del agua, constituyen alternativas importantes para minimizar los efectos de una deficiencia de agua en el suelo^A.

La cebolla (*Allium cepa* L.) pertenece a la familia de las liliáceas, es una de las hortalizas más conocidas en el mundo desde tiempos remotos, infaltable en las comidas y de alto valor por sus propiedades nutritivas y medicinales. Se consume el bulbo en estado fresco y también la parte aérea como cebolla de verdeo. También se industrializa como encurtidos en vinagre y se la deshidrata para sopas o en polvo (sal de cebollas) (5).

Las restricciones hídricas durante el llenado de los bulbos probablemente causen mermas en el rendimiento. Adicionalmente, la escasez de agua suele causar adelantos en el ciclo del cultivo, que en este caso podrían ser beneficiosos. Una restricción hídrica moderada en el cultivo de cebolla, adelantaría el inicio de la bulbificación. Sin embargo, los rendimientos disminuyen cuando la deficiencia hídrica coincide con el "período crítico" al inicio de la formación de bulbos (6).

Por todo lo anterior se desarrolló un experimento con el objetivo de evaluar la respuesta de cinco variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en diferentes condiciones de humedad del suelo, utilizando diferentes índices de selección.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la campaña 2009-2010, en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov" en el municipio Bayamo, provincia Granma, Cuba. Se utilizaron semillas comerciales de

^A García, A. *Efectos fisiológicos del déficit hídrico inducido en fases tempranas del crecimiento de plantas de arroz (Oryza sativa L.) y su aplicación en la selección de variedades tolerantes* [Tesis de Doctorado], Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Mayabeque, Cuba, 2009, p. 124.

cebolla (*Allium cepa* L.) de las variedades Caribe-71, H-222, Texas, Sivan y Grano-2000 F₁^B. Se utilizó el método de trasplante. Para la obtención de las posturas se realizó la siembra del semillero en octubre del 2009, en canteros de 10 metros de largo por un metro de ancho, en un sustrato compuesto por la capa arable de un suelo Fluvisol poco diferenciado (7) y estiércol ovino bien descompuesto, en una proporción 3:1 con las características físicas y químicas que aparecen en la Tabla I.

Las semillas se sembraron en surquillos perpendiculares a la longitud de los canteros, a una distancia de 15 cm entre uno y otro y a una profundidad de 1,5 cm. A los siete días después de la germinación se realizó un raleo para evitar que las plántulas se agruparan y se debilitaran para el trasplante. Las posturas se trasplantaron cuando tenían entre 45 y 50 días con una altura de 16 a 18 cm, una longitud radical de 9 cm y un diámetro del falso tallo de 5 a 6 mm. Las atenciones culturales que se llevaron a cabo durante esta etapa se ejecutaron según lo establecido en el instructivo técnico del cultivo^C.

El experimento se llevó a cabo en macetas bajo condiciones semicontroladas. Se utilizó una casa de cultivo con techo de polietileno transparente, para evitar el efecto de las precipitaciones y el rocío. Las macetas consistieron en recipientes plásticos de seis litros de volumen, con diámetro superior a 21,5 cm, un diámetro inferior de 15 cm y una altura de 21,5 cm. En cada maceta se depositó el sustrato compuesto como se indicó anteriormente. Se utilizaron tres niveles de humedad: N₁, N₂ y N₃, correspondiendo al 100, 75 y 50 % de la capacidad de campo, respectivamente.

^B MINAG. *Listado oficial de variedades comerciales*, Centro nacional de sanidad vegetal. Registro de variedades comerciales Subdirección de Certificación de Semillas, La Habana, Cuba, 2014, p. 42.

^C Dirección Nacional de Cultivos Varios. *Instructivo técnico del cultivo de la cebolla*, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 1983, p. 60.

Tabla I. Análisis químico y físico del suelo.

Resultados del análisis químico										
Suelo	Prof (cm)	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH		M O (%)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
		(mg 100gr)		KCl	H ₂ O					(cmol kg ⁻¹)
Fluvisol poco dif.	0-20	25,65	58,81	6,3	7,0	2,51	0,45	9,0	3,9	
Resultados del análisis físico										
Suelo	Profundidad (cm)	ECmm	LSP %	LIP %	Porcentaje de humedad al aire	G cm ³	Textura (%)			
						Peso específico	Arena gruesa	Arena fina	Limo	Arcilla
Fluvisol	0-20	144	86,3	28,7	5,4	2,73	0,48	35,8	32,28	31,4

EC = elevación capilar; LSP= límite superior de plasticidad; LIP= límite inferior de plasticidad.

Las macetas se pesaron cada tres días en una balanza técnica y los niveles de humedad de cada tratamiento se controlaron por el método gravimétrico. Los tratamientos estuvieron formados por la combinación de cada una de las variedades objeto de estudio con los diferentes niveles de humedad. En cada uno de ellos se utilizaron 10 macetas con tres plantas cada una, para un total de 30 plantas por tratamiento. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo bifactorial.

Los datos obtenidos se procesaron mediante el paquete estadístico STATISTICA. Para determinar las respuestas del rendimiento y algunos de sus componentes en diferentes niveles de humedad en el suelo, se realizó un análisis de varianza de clasificación doble, utilizando como factores las variedades y los niveles de humedad en el suelo. La comparación múltiple de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey para $p \leq 0,05$.

Para determinar la susceptibilidad y tolerancia de las variedades al déficit hídrico, se utilizaron 30 repeticiones por tratamiento (Tabla II), se calcularon las pérdidas de rendimiento de las variedades en los niveles de 75 y 50 % de humedad en el suelo mediante la fórmula $PR = 1 - (R_s/R_r) \times 100$ (8, 9).

Además se realizó un análisis biplot para determinar la interacción existente entre las variedades estudiadas y los niveles de humedad y las variedades y los índices de tolerancia estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SELECCIÓN DE VARIEDADES DE CEBOLLA TOLERANTES AL DÉFICIT HÍDRICO

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

Nótese como las pérdidas del rendimiento (PR), tolerancia (TOL) e índice de susceptibilidad a la sequía (ISS) alcanzaron los valores menores en las variedades Grano-2000 F₁, Sivan y Texas, de ahí que estas resulten ser las de mayor tolerancia al déficit hídrico.

Tabla II. Índices de tolerancia utilizados.

Índices de tolerancia	Fórmulas
Índice de susceptibilidad a sequía	$ISS = [1 - (R_{si}/R_{yi})] / ITS$
Productividad media geométrica	$PMG = \sqrt{R_{si} \cdot R_{yi}}$
Productividad media	$PM = (R_{si} + R_{yi}) / 2$
La media armónica	$MH = 2(R_y + R_s) / (R_y + R_s)$
Tolerancia	$TOL = R_{yi} - R_{si}$
Índice de tolerancia a la sequía	$ITS = (R_y \cdot R_s) / (R_y)^2$
Índice de rendimiento	$IY = R_{si}/R_s$
Índice de estabilidad del rendimiento	$IEY = R_{si} / R_{yi}$
Índice de eficiencia relativa	$IER = (R_{si} / R_s) / (R_{yi} / R_y)$

R_{si}: Rendimiento medio de todas las variedades en condiciones de estrés; R_{yi}: Rendimiento medio de todas las variedades en condiciones de riego; R_s: Rendimiento del cultivo en condiciones de estrés; R_y: Rendimiento del cultivo en condiciones de riego.

También hay coincidencia, que en estas tres variedades, los valores de MP, MPG, IER, ITS, IY y IEY, están por encima de la media, lo cual reafirma los resultados ya descritos. Por el contrario, los valores mayores de estos índices se registraron en las variedades H-222 y Caribe-71, por lo que se consideran las variedades de mayor susceptibilidad.

También se puede observar, que tanto en el 75 como en el 50 % de humedad el comportamiento de las variedades fue similar; sin embargo, el valor de los índices fue mayor en el nivel de 50 %, lo cual indica que al disminuir la humedad, aumenta la susceptibilidad de las variedades al estrés.

Según algunos autores, dependiendo de la duración del período de sequía y su magnitud, esta puede causar pérdidas en el rendimiento de 20 a 100 % (10).

De acuerdo con otros autores, el índice de susceptibilidad a la sequía (ISS) puede ser considerado como un criterio aceptable para discriminar variedades (9) bajo condiciones de estrés hídrico. No obstante, se deben tener en cuenta otras características, ya que puede darse el caso de que las variedades con mayor tolerancia a la sequía (menor ISS), no necesariamente sean los más productores en condiciones de sequía, 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 estos serán los de mayor rendimiento (9).

En estos tipos de ensayos es necesario la utilización combinada de por lo menos un índice de cada grupo, y así combinar el alto potencial de rendimiento con la tolerancia a la sequía, debido a que cada grupo de índices evalúan fenómenos biológicos distintos (tolerancia frente a la adaptación y la productividad) (11).

Los índices de tolerancia se basan en la pérdida de rendimiento bajo condiciones de sequía comparado con las condiciones normales, por tal motivo la susceptibilidad a la sequía de una variedad está dada en función de la reducción del rendimiento bajo estrés por sequía. Estos índices son importantes en la evaluación de las respuestas de las variedades en las condiciones de estrés y sin estrés, así como para el conocimiento de la adaptación y estabilidad del rendimiento (12).

Entre los indicadores de tolerancia, un valor más alto de TOL e ISS, representa relativamente más sensibilidad a la sequía, mientras que un valor menor de TOL e ISS es favorable. Las variedades con un ISS menor 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 (13).

Tabla III. Índices de selección de variedades de cebolla tolerantes para el 75 % de humedad en el suelo.

Variedades	Rr (100 %)	Rs (75%)	PR (%)	PMG	PM	IER	ITS	IY	IEY	ISS	MH	TOL
Caribe-71	136,3 ab	75,9 c	44,3	101,71	106,10	0,78	0,50	0,82	0,55	1,22	97,50	60,4
H-222	133,3 b	72,0 c	46,0	97,97	102,65	0,72	0,46	0,78	0,54	1,26	93,49	61,3
Texas	147,6 ab	91,2 b	38,2	116,02	119,40	1,02	0,65	0,99	0,61	1,05	112,73	56,4
Sivan	149,3 ab	99,4 b	33,4	121,82	124,35	1,12	0,72	1,08	0,66	0,92	119,34	49,9
Grano- 2000 _{F1}	153,2 a	119,3 a	22,1	135,19	136,25	1,38	0,88	1,30	0,77	0,61	134,14	33,9
Promedio	143,94	91,56	36,4	114,54	117,75	1,00	0,64	0,99	0,63	1,01	111,44	52,38
Esx	0,01	0,05										

Rr= Rendimiento con riego (g plantas⁻¹); Rs= Rendimiento en sequía (g plantas⁻¹); PR (%) =Pérdida del rendimiento; PMG= Productividad media geométrica; PM= Productividad media; IER= Índice de eficiencia relativa; ITS=Índice de tolerancia a la sequía; YI= Índice de rendimiento; IEY= Índice de estabilidad del rendimiento; ISS= Índice de susceptibilidad a la sequía; MH= Media armónica; Tol= Tolerancia. Medias con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de rangos múltiple de Tukey para p≤0,05.

Tabla IV. Índices de selección de variedades de cebolla tolerantes para el 50 % de humedad en el suelo.

Variedades	Rr (100 %)	Rs (50 %)	PR (%)	PMG	PM	IER	ITS	IY	IEY	ISS	MH	TOL
Caribe-71	136,3 ab	55,2 c	59,5	86,74	95,75	0,69	0,44	0,72	0,40	1,64	78,57	81,1
H-222	133,3 b	50,1 c	62,4	81,72	91,70	0,61	0,39	0,66	0,37	1,72	72,82	83,2
Texas	147,6 ab	77,3 b	47,6	106,82	112,45	1,04	0,67	1,02	0,52	1,31	101,46	70,3
Sivan	149,3 ab	87,8b	41,2	114,49	118,55	1,20	0,77	1,16	0,58	1,13	110,57	61,5
Grano- 2000 _{F1}	153,2 a	107,7a	29,7	128,45	130,45	1,51	0,96	1,42	0,70	0,82	126,48	45,5
Promedio	143,94	75,62	48,08	103,64	109,78	1,01	0,64	0,99	0,51	1,32	97,98	68,32
Esx	0,01	0,09										

Rr = Rendimiento con riego (g plantas⁻¹); Rs = Rendimiento en sequía (g plantas⁻¹); PR (%) = Pérdida del rendimiento;PMG= Productividad media geométrica; PM= Productividad media; IER= Índice de eficiencia relativa; ITS=Índice de tolerancia a la sequía; IY= Índice de rendimiento IEY= Índice de estabilidad del rendimiento; ISS= Índice de susceptibilidad a la sequía; MH= Media armónica; Tol= Tolerancia. Medias con letras iguales no difieren significativamente según la prueba de rangos múltiple de Tukey para p≤0,05.

Para completar el estudio se empleó un gráfico “biplot” (Figura 1), donde se muestra un rendimiento medio en función de las coordenadas CP1 de variedades y niveles de humedad. Las variedades de mayor contribución a la interacción variedad con los niveles de humedad fue el tratamiento al 100 % de humedad, en las variedades Grano-2000_{F1}, Sivan y Texas, con un rendimiento a la media general de

(143,94 g planta⁻¹) respectivamente, mientras que las variedades de menor contribución fueron la Caribe-71 y H-222 con un rendimiento ligeramente menor que la media general, respectivamente. En el caso de los niveles de humedad los de mayor contribución fueron los de 100 y 75 % de humedad en el suelo, respectivamente.

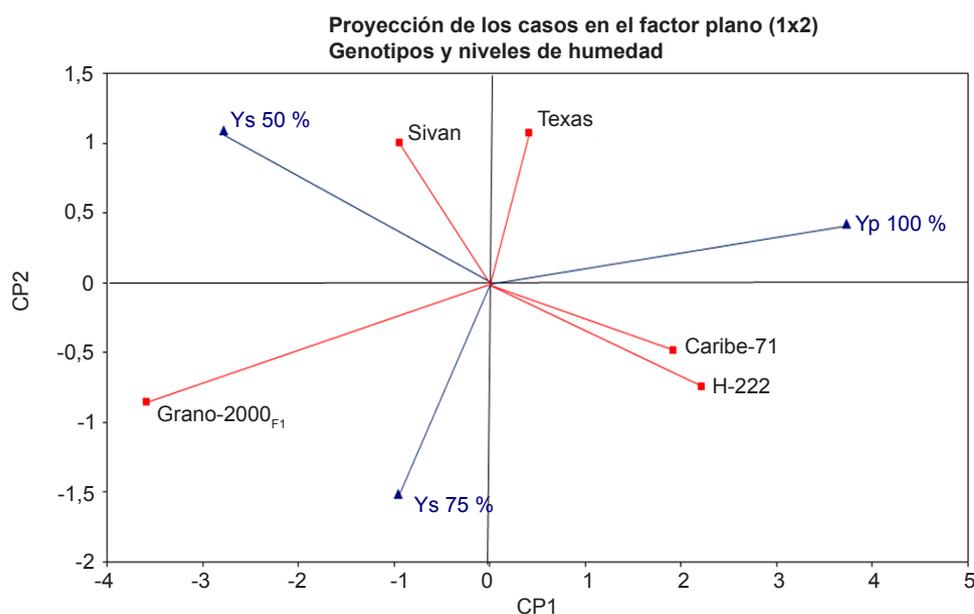


Figura 1. Biplot que muestra las coordenadas de los componentes principales en función del rendimiento de las cinco variedades y los tres niveles de humedad.

El biplot muestra información de los efectos principales genotípicos y los niveles de humedad y sus interacciones simultáneamente. La variedad Grano-2000_{F1} mostró los mejores valores, alcanzando el primer lugar en todos los niveles de humedad evaluados, mientras que la variedad H-222 ocupó el último lugar en todos los niveles estudiados. Como consecuencia, las variedades y los niveles de humedad CP1 del mismo signo interactúan positivamente y el agrupamiento en el mismo cuadrante indica una asociación positiva.

En los niveles de humedad, las variedades Grano-2000_{F1}, Sivan y Texas interactúan y se asocian positivamente con el 100 y el 75 % de humedad en el suelo, las variedades Caribe-71 y H-222 no mostraron un patrón de asociación e interacción positiva con los niveles antes mencionados ya que las variedades más cercanas al origen son las más estables y al alejarse de este su respuesta es más variable (9).

Estos resultados mostraron similitud con el experimento realizado por varios autores, los cuales exponen que no se debe basar la selección en un solo criterio, siendo recomendable agrupar las variedades de similar rendimiento potencial y seleccionar aquellas cuyos rendimientos muestren mejor reducción bajo condiciones de secano, utilizando como apoyo la media geométrica de rendimiento (9).

Entre los índices de tolerancia al déficit hídrico, PM, PMG y TOL, se conocen como los más convenientes, porque estos siempre escogen variedades que tienen la media del rendimiento alta. En este estudio, según

PM, PMG y el índice de TOL, Grano-2000_{F1} es la variedad más tolerante bajo el déficit hídrico al 75 y 50 %, mientras que la variedad H-222 era la más sensible bajo ambas condiciones. Según el análisis del biplot (Figuras 2 y 3) esta distribución significa que al comparar este análisis entre la distribución de los índices, con las variedades, Caribe-71 y H-222 se caracterizaron por tener una relación positiva y fuerte con la pérdida del rendimiento, ser más susceptibles al déficit hídrico y, por tanto, menos tolerantes. Por otra parte, Grano-2000_{F1} se caracterizó, conjuntamente con Sivan y Texas, por tener mayores rendimientos en condiciones de déficit hídrico, con relaciones fuertes y positivas y valores de PMG, PM, IER, ITS, IY y IEY, por encima de la media de todas las variedades y por tanto los más tolerantes al déficit hídrico, por lo que se demuestra que estos son índices que se basan en la producción obtenida por las variedades bajo las dos condiciones de humedad (14).

La selección basada en una combinación de índices es un criterio útil para los mejoradores de plantas en relación con la 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 (14).

La efectividad de los índices de selección diferenciando cultivos tolerantes varía con la severidad del estrés. La conveniencia de indicadores parece depender de la elección del momento adecuado y de la severidad del estrés (14, 15).

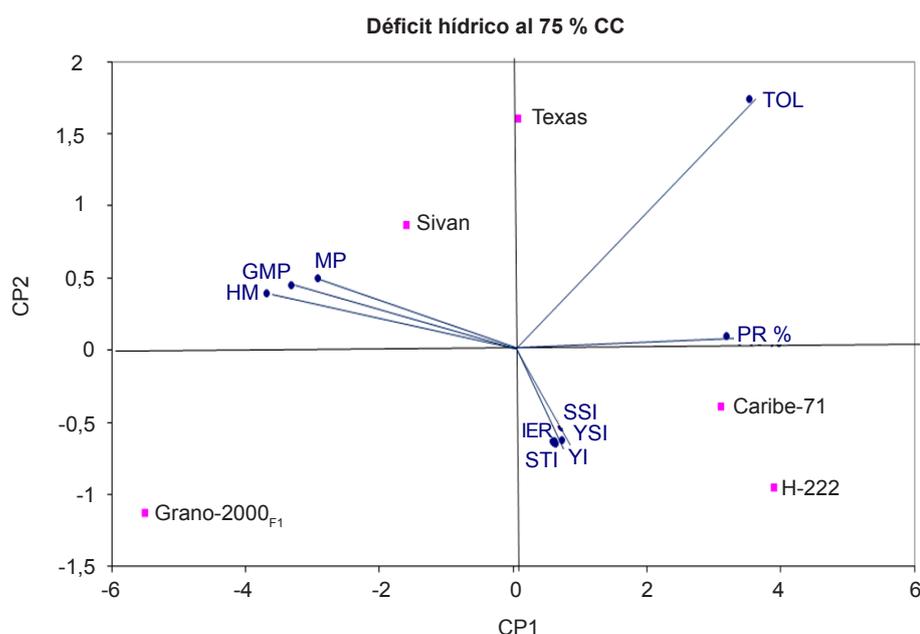


Figura 2. Biplot que muestra las coordenadas de los componentes principales en función de las cinco variedades y los índices de tolerancia.

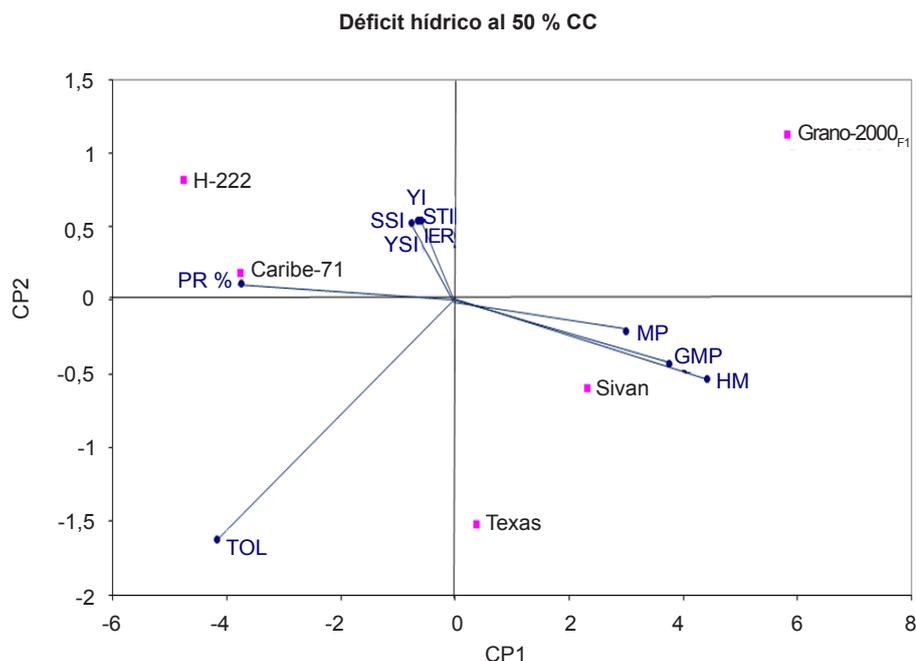


Figura 3. Biplot que muestra las coordenadas de los componentes principales en función de las cinco variedades y los índices de tolerancia.

CONCLUSIONES

- ◆ El rendimiento se afecta por el nivel de humedad en el suelo y es la variedad Grano-2000 F₁ la de mejor respuesta en dichas condiciones, con rendimientos de 153,2; 119,3 y 107,7 g.planta⁻¹ respectivamente.
- ◆ La variedad Grano-2000 F₁ mostró mayor tolerancia al déficit hídrico, mientras que la variedad H-222 fue la más susceptible.
- ◆ Los índices de selección utilizados permiten caracterizar el comportamiento de estas variedades en diferentes condiciones de humedad en el suelo, aunque se sugiere la utilización combinada de al menos un índice de cada grupo para combinar el alto potencial de rendimiento con la tolerancia a la sequía.

BIBLIOGRAFÍA

1. Polanía, J.A.; Rao, I.M.; Mejía, S.; Cajiao, C. y Beebe, S.E. "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.
2. Gómez, B.; J, E.; López Castañeda, C.; Kohashi Shibata, J.; Gallegos, A.; A, J.; Miranda Colín, S. y Mayek Pérez, N. "Avances en el mejoramiento genético del frijol en México por tolerancia a temperatura alta y a sequía", *Revista fitotecnica mexicana*, vol. 34, no. 4, diciembre de 2011, pp. 247-255, ISSN 0187-7380.
3. Estrada, A. "Método para detectar tolerancia al stress en dos variedades de trigo *Triticum aestivum* L.", *Centro Agrícola*, vol. 34, no. 2, 2007, pp. 5-9, ISSN 0253-5785.
4. 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.
5. Konijnemur, A. "Cebolla: propiedades, actualidad, variedades y claves productivas", *Fruticultura & Diversificación*, no. 59, 2009, pp. 8-13.
6. Assuero, S.; Rattin, J.; Saluzzo, J.; Sasso, G. y Tognetti, J. "Observaciones sobre la producción y conservación de cebolla en el sudeste de Buenos Aires en relación con la disponibilidad hídrica.", *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, vol. 106, no. 2, 2007, pp. 109-118, ISSN 0041-8676.
7. Hernández, A.; Pérez, J.; Bosch, D. y Castro, N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*, edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 2015, p. 93, ISBN 978-959-7023-77-7.
8. Anwar, J.; Subhani, G.M.; 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 0556-3321.
9. 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, 31 de octubre de 2013, pp. 10914-10922, ISSN 1684-5315, DOI 10.4314/ajb.v10i53.

10. Mohamed, S.A. y Mohamed, H.I. "Alleviation of adverse effects of drought stress on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) y exogenous application of hydrogen peroxide", *Bangladesh Botany*, vol. 41, no. 1, 2011, pp. 75-83, ISSN 2079-9926.
11. Boicet, F.T.; Secada, Y.; Chaveco, O.; Boudet, A.; Gómez, Y.; Meriño, Y.; Reyes, J.J.; Ojeda, C.M.; Tornes, N. y Barroso, B. "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 2072-2001.
12. Porch, T.G.; Ramirez, V.H.; Santana, D. y Hamsen, 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.
13. 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, ISSN 1835-2707, [Consultado: 4 de junio de 2015], Disponible en: <<http://search.informit.com.au/umentSummary;dn=005188208214790;res=IELHSS>>.
14. Rad, A.H.S. 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.
15. Akçura, M.; Partigo, 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.

Recibido: 17 de diciembre de 2014

Aceptado: 4 de marzo de 2015

¿Cómo citar?

Estrada Prado, Wildredo; Lescay Batista, Elio; Álvarez Fonseca, Alexander y Maceo Ramos, Yariuska C. Respuesta a la sequía de variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) utilizando diferentes índices de selección. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 3, pp. 75-81. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <-----/>.