

## **Correlaciones simples y variabilidad de cinco cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) en condiciones de déficit hídrico** **Simple correlations and variability of five onion cultivars (*Allium cepa* L.) under water deficit conditions**

Wilfredo Estrada Prado<sup>1</sup>, Elio Lescay Batista<sup>1</sup>, Alexander Álvarez Fonseca<sup>2</sup> y Yariuska Caridad Maceo Ramos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Genética y Ecofisiología Vegetal, Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Carretera a Manzanillo km 16 1/2, Bayamo. Granma. Cuba. CP 85100.

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones, Servicios y Tecnologías Ambientales de Granma, Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Carretera a Manzanillo km 16 1/2, Bayamo. Granma. Cuba. CP 85100.

E-mail: estrada@dimitrov.cu; elescay@dimitrov.cu; alexanderf@dimitrov.cu; yariuska@dimitrov.cu

---

**RESUMEN.** Se evaluaron cinco cultivares de cebolla en tres niveles de humedad en el suelo para determinar las variables de mayor contribución a la varianza fenotípica total en un experimento que se desarrolló en el período 2008-2010 en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", municipio Bayamo, provincia Granma, Cuba. Se emplearon 15 tratamientos, distribuidos en un diseño completamente aleatorizado y se tomaron 20 plantas al azar en cada tratamiento donde se evaluaron los siguientes indicadores: longitud de las hojas (cm), número de hojas, diámetro del tallo (cm), diámetro ecuatorial de los bulbos (cm), diámetro polar de los bulbos (cm) y rendimiento (g. planta<sup>-1</sup>). Además 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 Harmónica (MH) y Tolerancia (T). Se realizó un análisis de correlaciones simples para conocer la relación existente entre las variables evaluadas y un análisis de Componentes Principales para determinar las variables de mayor contribución a la varianza fenotípica total. Los resultados mostraron que diámetro ecuatorial y polar y la longitud de las hojas explicaron el 93,21 % de la variación total y las variables de mayor contribución fueron los índices así como el rendimiento y sus componentes, los que se correlacionaron de forma positiva entre ellos, esto demuestra que existe una gran relación entre los índices evaluados con los componentes del rendimiento.

**Palabras clave:** diámetro ecuatorial, diámetro polar, humedad, índices

**ABSTRACT.** Five onion cultivars were evaluated in three levels of soil moisture to determine the variables of greatest contribution to the total phenotypic variance in an experiment that was developed in the period 2008-2010 in the "Jorge Dimitrov" Agricultural Research Institute, Bayamo municipality, Granma province, Cuba. Fifteen treatments were used, distributed in a totally randomized design and a sample of 20 plants was taken at random in each treatment. The following indicators were evaluated: leaf length (cm), leaf number, false stem diameter (cm), equatorial bulbs diameter (cm), polar bulbs diameter (cm) and bulb yield (g plant<sup>-1</sup>). Beside 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). A simple correlations analysis to determine the relationship between the variables evaluated and a principal component analysis to determine the variables of greatest contribution to total phenotypic variance was performed. The results showed that the equatorial and polar diameter of the bulb and leaf length explained 93.21 % of the total phenotypic variation and the variables of more contribution were, the indexes as well as the yield and their components, those that were correlated in a positive way among them, this demonstrates that a great relationship exists among the indexes evaluated with the components of the yield.

**Keywords:** equatorial diameter, polar diameter, moisture, indexes

## 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 (Polanía *et al.*, 2012).

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 (Seckin y Aksoy, 2014).

Entre todas las limitaciones ambientales, el estrés por sequía es el factor más limitante para la productividad de la planta y distribución, tanto en los sistemas agrícolas y naturales (Srivastava y Kumar, 2014; Shafiq *et al.*, 2015). 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) (Nieto *et al.*, 2013).

La tarea de recolectar la variabilidad existente e incorporarla en variedades comerciales no es fácil de realizar, debido a la variabilidad morfológica que presentan las caracterizaciones, así como también la falta de límites precisos cuando los taxa son propuestos y a los no parentescos entre las plantas cultivadas y sus equivalentes silvestres en algunos casos, de las cuales presumiblemente se desviaron. Por consiguiente, se han ideado estándares de medición mundial que permiten realizar evaluaciones con mayor precisión en cuanto a la diferenciación de cultivares (Palma, 2008).

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) (Konijnembur, 2009).

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 formación del bulbo. Sin embargo, los rendimientos disminuyen cuando la deficiencia hídrica coincide con el “período crítico” al inicio del crecimiento de los bulbos (Assuero *et al.*, 2007). Por lo anteriormente expuesto se desarrolló un experimento con el objetivo de evaluar las variables de mayor contribución a la varianza fenotípica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante las campañas 2008-2009 y 2009-2010, en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov” en el municipio Bayamo, provincia Granma, Cuba. Se utilizaron semillas comerciales de cebolla (*Allium cepa* L.) de las variedades Caribe-71, H-222, Texas, Sivan y Grano-2000F<sub>1</sub> (MINAG, 2014). Se utilizó el método de trasplante. Para la obtención de las plántulas, se realizó la siembra del semillero en octubre del 2008 y 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 (Hernández *et al.*, 2015), cuyas características físico-química se muestran en la tabla 1.

Las semillas se sembraron en surquillos perpendiculares a la longitud de los canteros, a una distancia de 15 cm entre uno y otro y 1,5 cm de profundidad. 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. El trasplante se efectuó cuando las plantas tenían entre 45 y 50 días con una altura de 16 a 18 cm, una longitud radical de 9 cm y de 5 a 6 mm de diámetro del falso tallo. Las atenciones culturales que se llevaron a cabo durante esta etapa se ejecutaron según lo establecido en el instructivo técnico del cultivo (MINAG, 1983).

Se utilizó una casa de cultivo con techo de polietileno transparente, para evitar el efecto de las precipitaciones y el rocío. El experimento se llevó a cabo en macetas bajo condiciones semicontroladas, donde solamente penetran los rayos solares, aquí se controla humedad relativa, temperatura etc. 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 21,5 cm de altura. En cada maceta se utilizó el suelo antes mencionado y se

Tabla 1. Análisis físico - químico del suelo

## Resultados del análisis químico

Suelo	Prof (cm)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	pH		M.O	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
		(mg/100g)		KCl	H <sub>2</sub> O	(%)		(cmol kg <sup>-1</sup> )	
Fluvisol poco diferenciado.	0-20	25,65	58,81	6,3	7,0	2,51	0,45	9,0	3,9

## Resultados del análisis físico

Suelo	Prof (cm)	ECmm	LSP %	LIP %	% de hum. al aire	g/cm <sup>3</sup>	Textura (%)			
						Peso espec.	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

le aplicó estiércol ovino bien descompuesto en una proporción 3:1 v/v. Se utilizaron tres niveles de humedecimiento en el sustrato: N<sub>1</sub>: 3320 ml de agua por maceta, N<sub>2</sub>: 2490 ml de agua por maceta, N<sub>3</sub>: 1660 ml de agua por maceta, de esta forma, el peso total de las macetas, incluyendo los componentes del sustrato y el agua añadida según tratamientos fue de 8 220 g para N<sub>1</sub>, 7 390 g para N<sub>2</sub> y 6 560 g para N<sub>3</sub>.

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, añadiendo agua hasta alcanzar el peso requerido (tabla 2).

Los tratamientos estuvieron formados por la combinación de cada una de las variedades objeto de estudio con los diferentes niveles de humedad, teniendo en cuenta las variables meteorológicas (figura). En cada una de ellas se utilizaron 10 macetas con tres plantas cada una, para un total de 30 plantas por tratamiento. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado.

A los 30 días después del trasplante, se marcaron 20 plantas tomadas al azar en cada tratamiento y a los 105 días después del trasplante se realizaron las siguientes evaluaciones:

**Longitud de las hojas (cm)**

Con una regla graduada en milímetros, se midió la longitud de las hojas a partir de la base del falso tallo hasta la punta del ápice.

**Número de hojas por planta**

Se registró el número de hojas nuevas emitidas por las plantas en cada muestreo.

**Diámetro del falso tallo (cm)**

Con el empleo de un pie de rey, el diámetro del falso tallo fue medido inmediatamente por debajo de las hojas.

**Diámetro ecuatorial de los bulbos (cm)**

Se midió inmediatamente después de la cosecha con el empleo de un pie de rey.

**Diámetro polar de los bulbos (cm)**

Se midió inmediatamente después de la cosecha con el empleo de un pie de rey.

Tabla 2. Cálculo de la humedad en el suelo por el método gravimétrico

Niveles de humedad	Agua añadida (ml)	Porcentaje de agua en el sustrato
N1	3320	67,75
N2	2490	50,81
N3	1660	33,87

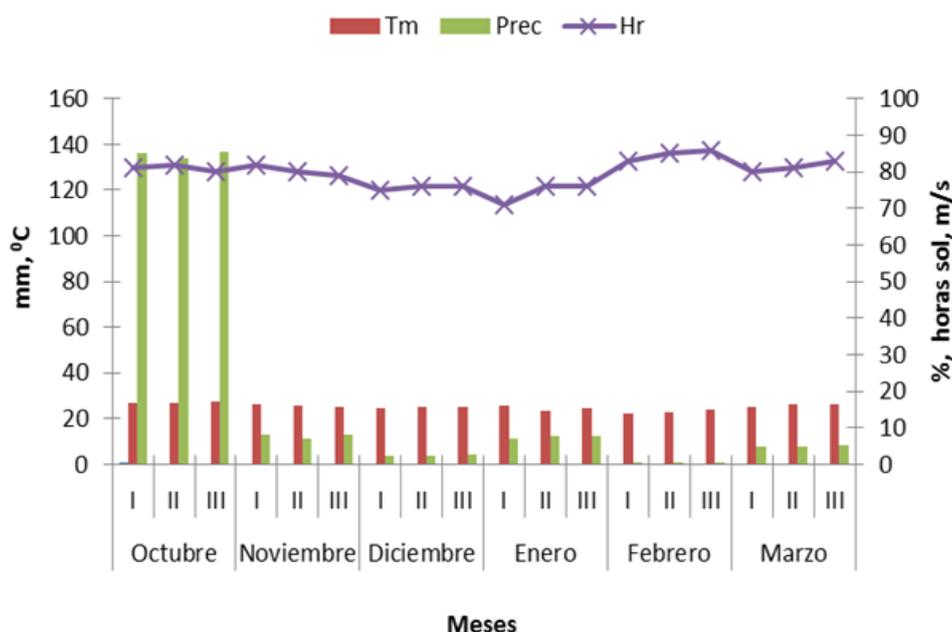


Figura. Comportamiento de variables meteorológicas en el período experimental

### Rendimiento ( $\text{g planta}^{-1}$ )

Con el empleo de una balanza técnica digital se pesaron los bulbos individualmente después de la cosecha.

Los datos obtenidos se procesaron mediante el paquete estadístico Statistica (Stat Soft, 2008). La distribución normal de los datos se comprobó con la prueba de Kolmogorov – Smirnov y la homogeneidad de varianza por la prueba de Bartlett. Todas las variables cumplieron con esta condición, por lo que

no hubo necesidad de realizar ninguna transformación.

Para determinar la susceptibilidad y tolerancia de las variedades al déficit hídrico (tabla 3), se calcularon las pérdidas de rendimiento de las variedades en los niveles de 75 y 50 % de humedecimiento en el suelo mediante la fórmula  $PR = 1 - (R_s/R_r) \times 100$  (Yarnia *et al.*, 2013).

Después se realizó un análisis multivariado de componentes principales, para determinar los

Tabla 3. 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	$YI = R_{si}/R_s$
Estabilidad del rendimiento	$YSI = R_{si} / R_{yi}$
Índice de eficiencia relativa	$IER = (R_{si} / R_s) / R_{yi} / R_y$

R<sub>si</sub>: Rendimiento medio de todos las variedades en condiciones de estrés; R<sub>yi</sub>: Rendimiento medio de todos las variedades en condiciones de riego; R<sub>s</sub>: Rendimiento del cultivo en condiciones de estrés; R<sub>y</sub>: Rendimiento del cultivo en condiciones de riego

de mayor contribución a la varianza fenotípica total entre los índices, los componentes del rendimiento y las variables del crecimiento y un análisis de correlación entre las variables de crecimiento y los componentes del rendimiento en todas las condiciones de humedad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La matriz de correlaciones (tabla 4) expresó que 27 pares de variables mostraron coeficientes significativos, para un 87,5 % de las variables relacionadas. Se observa que los mayores coeficientes lo expresó el diámetro polar y el ecuatorial en condiciones de déficit hídrico (0,99), con signos positivos, lo cual significa que un incremento en uno de los caracteres implica un aumento del otro. Seguidos por los coeficientes de los pares de variables longitud de las hojas (0,98) y diámetro del tallo (0,97). Se destacaron también los valores de los coeficientes del diámetro del tallo (0,97) y el diámetro ecuatorial (-0,72).

Nótese que este último tiene signo negativo, lo cual implica que el incremento en una de las variables va aparejado una disminución de la otra variable.

El resto de los coeficientes significativos, pueden considerarse bajos ya que los coeficientes de determinación no sobrepasan el 68 %. La longitud de las hojas en condiciones de déficit hídrico se correlacionó significativamente con signo positivo con el diámetro del tallo en condiciones normales (0,72), mientras que el diámetro ecuatorial lo

hizo negativamente con el diámetro del tallo en condiciones de déficit hídrico (-0,75) y el diámetro ecuatorial con el diámetro polar de manera positiva en condiciones de déficit hídrico (0,95).

A medida que se incrementa la uniformidad de los cultivos, se aumenta la vulnerabilidad genética. Se conoce además, que la variabilidad existente entre los individuos de una especie o entre especies, se debe a factores genéticos y ambientales (FAO, 2009).

En estudios realizados por Aguilar y Lescay (2009), en 19 variedades de tomate, encontraron que la mayor contribución a la variación fenotípica total se concentró en los tres primeros componentes, con un aporte del 85,15 %, valor que se encuentran por debajo de los obtenidos en dicha investigación.

Contribución de los índices de tolerancia a la sequía a la variación fenotípica total.

Los resultados del análisis de componentes principales (tabla 5), demuestran que las variables de mayor contribución a la varianza fenotípica total fueron el diámetro ecuatorial y polar de los bulbos, la longitud de las hojas, el diámetro del falso tallo, el número de hojas por planta, así como los índices estudiados. Las dos primeras caracterizaron la componente C1, la cual extrajo el 78,36 % de la variación total, la tercera y cuarta variable caracterizaron la componente C2, la cual explicó un 14,85 % y la quinta variable caracterizó la componente C3, que explicó el 5,64 %.

Esto indica que las tres primeras componentes explicaron el 98,85 % de la variabilidad total de la

**Tabla 4. Coeficiente de correlación entre las variables de crecimiento y los componentes del rendimiento en los tres niveles de humedad**

Variables	LH 100%	LH 75%	LH 50%	DT 100%	DT 75%	DT 50%	DE 100%	DE 75%	DE 50%	DP 100%	DP 75%	DP 50%
LH 100 %	1,00											
LH 75 %	0,93	1,00										
LH 50 %	0,98	0,92	1,00									
DT 100 %	0,68	0,58	0,72	1,00								
DT 75 %	0,30	0,37	0,44	0,69	1,00							
DT 50 %	0,44	0,44	0,57	0,80	0,97	1,00						
DE 100 %	0,15	0,25	0,00	-0,38	-0,72	-0,72	1,00					
DE 75 %	0,07	0,21	-0,06	-0,41	-0,70	-0,72	0,99	1,00				
DE 50 %	0,04	0,18	-0,09	-0,45	-0,72	-0,75	0,99	0,99	1,00			
DP 100 %	0,38	0,34	0,22	-0,02	-0,65	-0,56	0,88	0,83	0,82	1,00		
DP 75 %	0,36	0,41	0,20	-0,01	-0,54	-0,50	0,91	0,90	0,88	0,96	1,00	
DP 50 %	0,26	0,32	0,10	-0,19	-0,65	-0,63	0,97	0,96	0,95	0,95	0,98	1,00

LH=Longitud de las hojas (cm); DT=Diámetro del falso tallo (cm); DE=Diámetro ecuatorial de los bulbos (cm); DP=Diámetro polar de los bulbos (cm)

Tabla 5. Resultados del análisis de componentes principales

Eje principal	C1	C2	C3
Valor propio	29.77	5.64	2.14
Contribución a la varianza fenotípica total (%)	78.36	14.85	5.64
<b>Vectores propios</b>			
Rr 100%	<b>-0,980441</b>	-0,115896	0,157552
Rs 75%	<b>-0,991156</b>	0,060407	-0,118119
Rs 50%	<b>-0,998310</b>	0,020257	-0,044557
PR 75%	<b>0,975576</b>	-0,102180	0,194365
PR 50%	<b>0,996957</b>	-0,026713	0,063264
PM 75%	<b>-0,999443</b>	0,005501	-0,032545
PM 50%	<b>-0,999402</b>	-0,016240	0,009536
PMG 75%	<b>-0,998914</b>	0,011799	-0,044309
PMG 50%	<b>-0,999087</b>	-0,020632	0,011126
TOL 75%	<b>0,927196</b>	-0,191407	0,321229
TOL 50%	<b>0,982354</b>	-0,095934	0,156517
ISS 75%	<b>0,975208</b>	-0,110576	0,191582
ISS 50%	<b>0,997075</b>	-0,024052	0,058999
ITS 75%	<b>-0,996720</b>	0,029312	-0,075121
ITS 50%	<b>-0,999096</b>	0,013049	-0,024630
IER 75%	<b>-0,996640</b>	0,035018	-0,073731
IER 50%	<b>-0,998623</b>	0,018332	-0,039690
YI 75%	<b>-0,990988</b>	0,065390	-0,116860
YI 50%	<b>-0,998380</b>	0,025778	-0,036512
YSI 75%	<b>-0,972379</b>	0,127577	-0,195340
YSI 50%	<b>-0,997159</b>	0,027562	-0,066009
MH 75%	<b>-0,998301</b>	0,017312	-0,054594
MH 50%	<b>-0,998961</b>	-0,020087	0,008879
LH 100%	-0,547183	<b>0,782075</b>	0,126490
LH 75%	-0,632316	<b>0,741697</b>	-0,192904
LH 50%	-0,415631	<b>0,865099</b>	0,060164
NH 100%	0,691656	-0,652024	-0,285534
NH 75%	0,507451	-0,170766	<b>-0,843970</b>
NH 50%	0,674638	0,114076	<b>-0,721264</b>
DT 100%	-0,040314	<b>0,890450</b>	0,345955
DT 75%	0,401585	<b>0,820865</b>	-0,292722
DT 50%	0,359074	<b>0,906302</b>	-0,115758
DE 100%	<b>-0,894672</b>	-0,441154	-0,036174
DE 75%	<b>-0,870603</b>	-0,479625	-0,104035
DE 50%	<b>-0,852416</b>	-0,509860	-0,115059
DP100%	<b>-0,897290</b>	-0,208047	0,388325
DP 75%	<b>-0,951313</b>	-0,182902	0,200179
DP 50%	<b>-0,939147</b>	-0,321510	0,110642

Rr: Rendimiento con riego (g planta<sup>-1</sup>); Rs: Rendimiento en sequía (g planta<sup>-1</sup>); 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; YSI: Índice de estabilidad del rendimiento; ISS: Índice de susceptibilidad a la sequía; MH: Media harmónica; Tol: Tolerancia. LH=Longitud de las hojas (cm); NH: Número de hojas por planta; DT: Diámetro del falso tallo (cm); DE: Diámetro ecuatorial de los bulbos (cm); DP: Diámetro polar de los bulbos (cm)

población estudiada. En la componente C1, las de mayor contribución fueron las variables diámetro ecuatorial y polar de los bulbos y los índices, los que se correlacionaron de forma positiva entre ellos. Esto demuestra que existe una gran relación entre los índices evaluados con los componentes del rendimiento; por otra parte en la componente C2 y C3, las de mayor contribución fueron las variables longitud de las hojas, el diámetro del falso tallo y el número de hojas por planta, donde estas variables del crecimiento tuvieron una correlación positiva entre ellas, por lo cual tienen una gran importancia en el estudio realizado.

Las componentes principales indican la forma y la importancia de la participación de las variables en la formación de las combinaciones lineales, por lo que se puede usar para descartar variables en un problema determinado, de ahí la importancia de estos estudios, pues permiten descartar caracteres que contribuyen poco a la variación total existente (Ojeda, 1999).

Resultados similares fueron obtenidos por Tamayo y Boicet (2012) al evaluar diferentes índices como criterios de tolerancia a la sequía en frijol común.

Cruz y Regazzi (1997) consideraron que la importancia de descartar caracteres que contribuyen poco a la variación total existente, se debe a que permite reducir fuerza de trabajo, tiempo y gastos en la experimentación agrícola.

López *et al.* (2008) señalaron, que si bien el ISS es un criterio aceptable para seleccionar genotipos que reduzcan menos su rendimiento en condiciones de estrés hídrico, no necesariamente estos serán los de mayor rendimiento.

Chaveco-Pérez (2005), señaló que 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).

## CONCLUSIONES

Las variables de mayor contribución a la varianza fenotípica total fueron el diámetro ecuatorial y polar y la longitud de las hojas, con un efecto más acentuado en los niveles de humedad de 75 y 50 %.

Los índices de tolerancia a la sequía evaluados, tuvieron una alta contribución en la variabilidad total, destacándose los índices

pérdida del rendimiento, tolerancia e índice de susceptibilidad al déficit hídrico que tuvieron el mayor peso en la clasificación de las variedades tolerantes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR, J. y E. LESCAY. Caracterización fenotípica de germoplasma de tomate (*Solanum lycopersicon* L) en condiciones edafoclimáticas del municipio Bayamo. Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba. 2009, 34 p.
2. ASSUERO, S., J. RATTIN, J. SALUZZO, G. SASSO y J. TOGNETTI. Observaciones sobre la producción y conservación de cebolla en el sudeste de Buenos Aires en relación con la disponibilidad hídrica. En: *Revista de la Facultad de Agronomía*, La Plata 106, (2): 109-118, 2007. ISSN: 0041-8676.
3. CHAVECO-PÉREZ, O. Evaluación de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo dos condiciones de humedad utilizando criterios de selección. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas, Universidad de Holguín, Cuba. 2005, 80 p.
4. CRUZ, C.D. y A.J. REGAZZI. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2 ed. Viçosa, Imprensa Universitária, Universidad Federal de Viçosa, Brasil. 1997, 390 p.
5. FAO. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Editorial Océano. Barcelona, España. 2009, 1032 p.
6. HERNÁNDEZ, A., J. PÉREZ, D. BOSCH y N. CASTRO. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. 2015, 93 p. ISBN: 978-959-7023-77-7.
7. KONIJNEMBUR, A. Cebolla: propiedades, actualidad, variedades y claves productivas. *Fruticultura & Diversificación*, 59: 8-13, 2009.
8. LÓPEZ, S.E., V. TOSQUY, A. UGALDE y G. ACOSTA. Rendimiento y tolerancia a sequía de genotipos de frijol negro en el estado de Veracruz. En: *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31 (3): 35-39, 2008.
9. MINAG. Listado oficial de variedades comerciales, Centro Nacional de Sanidad Vegetal. Registro de variedades comerciales Subdirección de Certificación de Semillas, La Habana, Cuba. 2014, 42 p.

10. MINAG. Instructivo técnico del cultivo de la cebolla. Dirección Nacional de Cultivos Varios. La Habana, Cuba, 1983, 60 p.
11. NIETO, J.E.R., V.M. TAVERA, J.A.A. GALLEGOS, E.P. IBARRA y C.L. AGUIRRE. Caracterización fisiológica y genética del uso eficiente del agua en dos variedades de frijol contrastantes. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 1 (1): 43-51, 2013. ISSN: 0122-8706.
12. OJEDA, M.M. Análisis Exploratorio de datos con énfasis multivariado y en el contexto de aplicaciones ecológicas. Veracruz. Universidad Veracruzana, Veracruz, México. 1999, 91 p.
13. PALMA, J. Determinación de la calidad de semilla de caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) producidas de manera artesanal por pequeños productores de la localidad de Rio Chiquito, municipio Piar, estado Monagas. Trabajo de Grado para Ingeniero Agrónomo. Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería Agronómica, Maturín, Venezuela. 2008, 50 p.
14. POLANÍA, J.A., I.M. RAO, S. MEJÍA, C. CAJIAO y S.E. BEEBE. Características morfo-fisiológicas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) relacionadas con la adaptación a sequía”. *Acta Agronómica*, 61 (3): 197-206, 2012. ISSN: 0120-2812.
15. SECKIN, B. and M. AKSOY. Drought Tolerance of Knotgrass (*Polygonum maritimum* L.) Leaves under different drought treatments. *Pak. J. Bot. L.*, 46 (2): 417-421, 2014. ISSN: 0556-3321.
16. SRIVASTAVA, N. and G. KUMAR. Influence of water deficit on morphological characteristics of green manure crop (Dhaincha) *Sesbania cannabina* Poir. En: *Unique Journal Pharmaceutical and Biological Sciences*, 2 (3): 15-18, 2014. ISSN: 2347-3614.
17. SHAFIQ, S., N.A. AKRAM and M. ASHRAF. Does exogenously-applied trehalose alter oxidative defense system in the edible part of radish (*Raphanus sativus* L.) under water-deficit conditions?. *Sci. Hortic.*, 185: 68-75, 2015. ISSN: 0304-4238.
18. STAT SOFT, inc. 2008. Programa Estadístico para el análisis y procesamiento de datos experimentales. Release 4.2 Tulsa. Versión 8.0 para Windows. Oklahoma, EE.UU.
19. TAMAYO, O. y T. BOICET. Utilización de diferentes índices como criterios de tolerancia a la sequía en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo de Diploma. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba. 2012, 38 p.
20. YARNIA, M., N. ARABIFARD, F.R. KHOEI and P. ZANDI. Evaluation of drought tolerance indices among some winter rapeseed cultivars. En: *African Journal of Biotechnology*, 10 (53): 10914-10922, 2013. ISSN: 1684-5315, DOI 10.4314/ajb.v10i53.

---

Recibido el 14 de octubre de 2015 y aceptado el 29 de abril de 2016