

Identificación de variables que puedan ser usadas como criterios de selección en programas de mejoramiento genético de la cebolla (*Allium cepa* L.)

Identification of variables for can be used as approaches of selection in programs of genetic improvement of the onion (*Allium cepa* L.)

Elio Lescay Batista y Luís M. González Núñez.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Carretera Bayamo a Manzanillo km 16½, Gaveta Postal 2140, Bayamo 85 100, Granma CUBA.

E-mail: elscay@dimitrov.cu

RESUMEN. Con el propósito de identificar variables morfoagronómicas que puedan ser usadas como criterios de selección, en programas de mejoramiento genético en el cultivo de la cebolla, se evaluaron cuatro variedades, durante tres años en dos localidades de la región oriental de Cuba. Los experimentos se desarrollaron sobre suelos Ferralítico Rojo Mullido Eutrico y Pardo Mullido sin Carbonatos, en parcelas de 22,5 m² distribuidas en un diseño de bloques al azar cuatro réplicas. Se evaluaron las variables: Altura de la planta (cm), número de hojas por planta, diámetro del falso tallo (cm), número de escamas por bulbo, número de túnicas por bulbo, masa promedio de los bulbos (g), diámetro de los bulbos (cm), bulbos de primera (%), bulbos de segunda (%), bulbos no comerciales (%), bulbos divididos (%), rendimiento total de bulbos (t.ha⁻¹) y rendimiento comercial (t.ha⁻¹). Se emplearon análisis de componentes principales, análisis de varianza factorial de efectos aleatorios y un análisis de correlaciones fenotípicas. Los resultados mostraron que las variables número de hojas por planta y masa del bulbo pueden utilizarse como criterios de selección, cuando se quiera incrementar el rendimiento de bulbos en las variedades evaluadas en condiciones similares a donde se desarrollaron los experimentos.

Palabras clave: *Allium cepa*, cebolla, correlaciones fenotípicas, criterios de selección, heredabilidad.

ABSTRACT. With the purpose to determine morfoagronomics variables that may be used as criterions of selection in genetic improvement programs in the onion crop, four varieties during three years in two locality of the eastern region of Cuba were evaluated. The experiments were developed in parcels of 22,5 m² distributed in a random blocks design with four replicates. The variables: plant high (cm), number of leaf per plant, diameter of stalk untrue (cm), number of grudge per bulb, number of tunic per bulb, bulb mass (g), bulb diameter (cm), first bulbs (%), second bulbs (%), not commercials bulbs (%), divided bulbs (%), total yield (t.ha⁻¹) and commercial yield (t.ha⁻¹). Principal's components analysis, factorial variance analysis of random effects and phenotypic correlations analysis were used. The results showed that the number of leaf per plant and bulb mass may be used as criterion of selection, when like to increase the bulb yield in the varieties evaluated in similar conditions where the experiments where developed.

Key words: *Allium cepa*, onion, phenotypic correlations, criterion of selection, heritability.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L) es una especie con alta adaptabilidad, producida y consumida en casi todos los países. Esta es una de las tres hortalizas más importantes y más ampliamente cultivadas en el mundo (Rodríguez, 2004).

Generalmente, la mejora genética en esta especie está encaminada a buscar variedades, que además de ser

productivas, presenten características diferenciales en cuanto a la coloración de sus catáfilas, resistencia a enfermedades, precocidad, formas, sabor, aptitudes industriales, condiciones de conservación entre otras. (Rosales, 2003; Chiquirrín y Ruíz, 2003).

Para que el proceso de selección pueda ser eficaz, las variables o caracteres que se utilicen con este

fin, deben caracterizarse por poseer alta heredabilidad y alta asociación con el carácter a mejorar.

La heredabilidad indica la probabilidad de que un carácter se transmita a la siguiente generación y refleja el porcentaje de la varianza genética aditiva en la variación fenotípica total, es decir, si el carácter se expresará o si será transmitido a la progenie. Si un carácter es lo suficientemente heredable, es posible que la selección sea muy eficaz. Sin embargo, si la heredabilidad es baja, los factores ambientales son la causa de la mayor parte de la variación, y por consiguiente, el beneficio genético esperado por selección será limitado o nulo (Dobzhansky, 2004).

Los caracteres de alta heredabilidad serán más fáciles de mejorar genéticamente, no así los de baja heredabilidad, por componentes como la varianza ambiental y tendrán mayor importancia, lo que dificulta la mejora genética. (Ramírez y Egaña, 2003)

En muchas ocasiones, los programas de mejoramiento tienen como finalidad obtener cultivares apropiados para un conjunto de caracteres, por eso, el conocimiento de la naturaleza y magnitud de las correlaciones entre caracteres de interés es de fundamental importancia. (Shrivastava y col., 1999; Ferreira y col., 2003). La asociación entre el rendimiento y otras características de la planta puede ser usada para propósitos de mejoramiento. (Portela y col., 2002; Aldete y col., 2003)

El objetivo de este trabajo, fue identificar variables morfoagronómicas que puedan ser usadas como criterios de selección en programas de mejoramiento genético en *Allium cepa* L.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron las variedades de cebolla: Jagua 9-72, Caribe 71, Creole Sintética y Red Creole, durante tres años en la Empresa Cultivos Varios Niquero, provincia Granma y en la Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín, sobre suelos Ferralítico Rojo Mullido Eutrítico y Pardo Mullido sin Carbonatos, respectivamente (Hernández y col., 1999).

La siembra fue directa en surcos a doble hileras con un marco de 0.90 metros entre surcos, 0.20 metros

entre hileras y 0.07 metros entre plantas. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Cada parcela contó con cinco surcos de 5,0 metros de largo y 4,5 metros de ancho para un área total de 22,5 m². El área de cálculo de cada parcela fue de 10,8 m², la cual se basó en los tres surcos centrales, menos 0,50 metros en los extremos, para evitar el efecto de borde. Las atenciones culturales se desarrollaron según el Instructivo Técnico para la cebolla. (Minagri, 1983)

Se evaluaron las variables: Altura de la planta (cm), número de hojas por planta, diámetro del falso tallo (cm), número de escamas por bulbo, número de túnicas por bulbo, masa promedio de los bulbos (g), diámetro de los bulbos (cm), bulbos de primera (%), bulbos de segunda (%), bulbos no comerciales (%), bulbos divididos (%), rendimiento total de bulbos (t.ha⁻¹) y rendimiento comercial (t.ha⁻¹). Las tres primeras se evaluaron a los 90 días después de la siembra y el resto se realizó después de la cosecha, la cual se efectuó a los 130 días después de siembra en las cuatro variedades por presentar ciclos similares.

Los datos obtenidos en los experimentos fueron procesados mediante el paquete estadístico Statistica (Stat Soft, 1998). La distribución normal de los datos se comprobó con la prueba de Kolmogorov – Smirnov. Las variables bulbos de primera y bulbos de segunda no se distribuían normalmente, por lo que fueron transformadas mediante la función arcoseno \sqrt{x} .

Se realizó un análisis de Componentes Principales sobre la base de una matriz de correlaciones, para determinar las variables de mayor contribución a la variabilidad total. Luego se realizó un análisis de varianza factorial de efectos aleatorios, para la descomposición de la varianza en sus diferentes componentes y sobre la base de éstos estimar la heredabilidad en sentido ancho mediante la expresión: Varianza Genética (VG) entre la Varianza Fenotípica Total (VP). También se efectuó un análisis de correlaciones fenotípicas para conocer las variables de mayor peso en el rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de componentes principales demuestran que las variables morfoagronómicas más importantes en la producción

de bulbos fueron la masa del bulbo, rendimiento total, rendimiento comercial, bulbos de primera, número de hojas por planta y número de túnicas por bulbo (Tabla 1). Las cuatro primeras caracterizaron la componente C1, la cual extrajo un 60,7% y las dos últimas caracterizaron la componente C2 que explicó un 25,7%, lo cual indica que con estas dos componentes se pudo explicar más del 86% de la variabilidad total en la población estudiada. En las dos componentes las variables de mayor contribución se correlacionaron positivamente.

Tabla 1. Análisis de componentes principales

Ejes principales	C1	C2
Valores propios	6,26	2,65
Contribución a la variación total	60,70	25,70
% acumulado	60,70	86,40
Vectores propios		
Altura de las plantas	-0,1217	0,6265
Número de hojas por planta	0,3817	0,8053*
Diámetro del falso tallo	0,0674	-0,2551
Número de escamas por bulbo	0,5678	0,5384
Número de túnicas por bulbo	0,2356	0,7152*
Diámetro del bulbo	0,0381	0,6742
Masa del bulbo	0,8842*	0,2143
Rendimiento total	0,8774*	0,2403
Rendimiento comercial	0,9340*	0,1734
Bulbos de primera	0,8614*	-0,2684
Bulbos de segunda	-0,0099	0,3242
Bulbos no comerciales	-0,1340	0,0629
Bulbos divididos	-0,6900	0,4165

Estas variables representan el 46,2% del total evaluado, el otro 53,8% sólo explicó el 13,6% de variabilidad total, por lo tanto estas últimas fueron excluidas de este estudio. Ojeda, 1999 reflejó que las componentes principales indican en que forma y con que importancia las variables participan en la formación de las combinaciones lineales, por lo que se puede usar para descartar variables en un problema determinado. 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.

Trabajos similares fueron desarrollados por Silva y col. (2002) en la evaluación de 37 cultivares locales de frijol y 14 colectados en Brasil, quienes definieron 25 variables con la categoría de importantes de 40 evaluadas, y Choer

y Silva (2000) que identificaron 21 caracteres de importancia en *Cucurbita* ssp.

Al efectuarse la descomposición de la varianza fenotípica total (Tabla 2) se aprecia que la mayor varianza observada en el rendimiento total se debió al efecto de los años, mientras que en el rendimiento comercial y número de túnicas por bulbo, la mayor contribución estuvo dada por la interacción localidad x año. El factor localidad fue el responsable de la mayor contribución en los bulbos de primera. Esto nos indica, que en el comportamiento de estas variables estuvo presente una gran influencia ambiental, con valores superiores al 52%.

Lo contrario sucedió en el comportamiento de la masa de los bulbos y en el número de hojas por planta, donde el mayor porcentaje de la variabilidad total fue responsabilidad de la dotación genética de las variedades, o sea, que estas dos últimas variables fueron las menos afectadas por el ambiente, con heredabilidades en sentido ancho de 74,79 y 86,92%, respectivamente.

Según Ramírez y Egaña (2003) valores de heredabilidad superiores al 50% se consideran caracteres de alta heredabilidad, lo cual hace más fácil mejorarlos genéticamente. En cambio si la heredabilidad es baja, los factores ambientales son las causas de la mayor parte de la variación y por consiguiente, el beneficio genético esperado por selección será limitado o nulo. (Dobzhansky, 2004)

La heredabilidad estimada en la variable masa del bulbo fue superior a la registrada por Buso y Da Costa (1999), quienes indicaron una heredabilidad de 39,09% para esta misma variable, al evaluar 54 progenies de cebolla bajo las condiciones del sur de Brasil.

Rajalingam y Haripriya (2000) reflejaron que el número de hojas por planta es una variable confiable como índice de selección en la identificación del potencial de rendimiento de ecotipos individuales.

Tabla 2. Estimado de los componentes de la varianza y su contribución (%) a la variación fenotípica total

Varianza	RT	%	RC	%	MB	%
$\sigma^2 V$	0,8237	4,43	1,8397	11,95	154,1505	74,79
$\sigma^2 L$	0,6266	3,37	0	0	0	0
$\sigma^2 A$	7,8219	42,07	1,0637	6,91	3,6497	1,77
$\sigma^2 VL$	0	0	1,0142	6,59	0	0
$\sigma^2 VA$	1,4364	7,73	1,1984	7,78	0,3995	0,94
$\sigma^2 LA$	1,5105	8,12	6,9205	44,94	0	0
$\sigma^2 VLA$	5,5825	30,02	3,2077	20,83	33,9808	16,49
$\sigma^2 e$	0,7920	4,26	0,1563	1,01	13,9376	6,76
h^2a	0,0443		0,1195		0,7479	

Continuación

Varianza	BP	%	NHP	%	NTB	%
$\sigma^2 V$	0,0264	0,46	18,5214	86,92	0,2538	1,77
$\sigma^2 L$	3,1311	54,87	0	0	0	0
$\sigma^2 A$	0	0	0	0	0	0
$\sigma^2 VL$	0,4564	8,00	0,2132	1,00	0,3930	2,75
$\sigma^2 VA$	0,1780	3,12	0,0602	0,28	0,3837	2,68
$\sigma^2 LA$	1,5998	28,03	1,5056	7,07	11,2162	78,40
$\sigma^2 VLA$	0,2697	4,73	0,6210	2,91	1,0113	7,07
$\sigma^2 e$	0,0454	0,79	0,3849	1,81	1,0479	7,32
h^2a	0,0046		0,8692		0,0177	

RT: Rendimiento total, RC: Rendimiento comercial, MB: Masa del bulbo, BP: Bulbos de primera, NHP: Número de hojas por planta, NTB: Número de túnicas por bulbo, h^2a : Heredabilidad en sentido amplio

La matriz de correlaciones entre las variables objeto de estudio (tabla 3) mostró como en la ECVN, el 60,0% de los coeficientes tuvieron significación estadística, tanto el rendimiento total como el comercial arrojaron altos coeficientes de correlación positivos y significativos con la masa del bulbo y el número de hojas/planta. Ocurrió, además una alta asociación positiva entre estas últimas variables. También se observó correlaciones significativas y positivas entre las variables rendimiento comercial y bulbos de primera, masa del bulbo y número de túnicas por bulbo y entre esta última y el número de hojas/planta, pero con valores bajos respecto a los señalados anteriormente.

En la ETIAH, el 73,3% de los coeficientes fueron significativos, se observa una alta asociación significativa y positiva del rendimiento total con el rendimiento comercial, la masa del bulbo, número de hojas por planta y número de túnicas por bulbo; y se observa además, altos coeficientes de correlación significativos y positivos del rendimiento

comercial con las tres últimas variables mencionadas. También se aprecia una alta relación positiva entre el número de hojas por planta y el número de túnicas por bulbo, y entre éstas y la masa del bulbo.

Como se observa, en las dos localidades, la masa del bulbo y el número de hojas por planta mostraron una alta relación con el rendimiento de bulbos, al igual que el número de túnicas en la ETIAH. Sin embargo, las dos primeras mostraron valores altos de heredabilidad, mientras que en la última la heredabilidad fue muy baja (Tabla 2). Estos resultados indican que el rendimiento de bulbos puede ser aumentado a través de la selección de la masa de los bulbos y el número de hojas por planta, pues según Portela y col. (2002) la asociación entre el rendimiento y otras características de la planta pueden ser usadas para propósitos de mejoramiento. Loges y col. (2004) encontraron correlaciones significativas y positivas entre el peso de los bulbos y el rendimiento comercial en este cultivo.

Tabla 3. Matriz de correlaciones entre las variables evaluadas

Empresa Cultivos Varios Niquero					
	RT	RC	MB	BP	NHP
RT	1,00				
RC	0,96 *	1,00			
MB	0,92 *	0,89 *	1,00		
BP	0,57	0,72 *	0,54	1,00	
NHP	0,84 *	0,83 *	0,92 *	0,43	1,00
NTB	0,50	0,33	0,59 *	-0,31	0,65 *

Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias Holguín					
	RT	RC	MB	BP	NHP
RT	1,00				
RC	0,99 *	1,00			
MB	0,99 *	0,99 *	1,00		
BP	0,49	0,60 *	0,53	1,00	
NHP	0,81 *	0,80 *	0,78 *	0,51	1,00
NTB	0,85 *	0,85 *	0,87 *	0,46	0,79 *

NHP: número de hojas/planta, NTB: número de túnicas/bulbo, MB: masa del bulbo, RT: rendimiento total, RC: rendimiento comercial, BP: bulbos de primera

CONCLUSIONES

Las variables número de hojas por planta y masa del bulbo pudieran utilizarse como criterios de selección, cuando se quiera incrementar el rendimiento de bulbos en las variedades evaluadas en condiciones similares a donde se desarrollaron los experimentos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aldete, M.; J. F. Ferreira; L. T. Baez Y R. Vencovsky. "Correlaciones genotípicas, fenotípicas e de ambientes entre diez caracteres da melancia e suas implicacoes para o melhoramento genético". *Horticultura Brasileira*. 31(3): 438-442, 2003.
2. Buso, J. A. Y C. P. Da Costa. "Heritability and correlations of onion bulb traits (*Allium cepa* L.)". *Revista brasileira do genética*. 2 (1): 49-55, 1999.
3. Chiquirín, G. Y M. Ruíz. "Mejoramiento genético de cebolla de días cortos. Proyecto Regional Hortícola". Argentina. INTA. 26-29, 2003.
4. Choer, E. E Y J. B. Silva. "Avaliação da divergencia genética entre accesos de *Cucurbita* spp. a través de análise multivariada". *Agropecuaria de clima tropical*. 3 (2): 213-219, 2000.
5. Cruz, C. D. Y A. J. Regazzi. "Modelos biométricos aplicados al mejoramiento genético". Viosa. Editora

de UFV, 390pp, 1997.

6. Minagri. Cuba. "Instructivo técnico del cultivo de la cebolla. La Habana, 60pp. Dirección Nacional de Cultivos Varios, 1983.

7. Dobzhansky, R. "Reflexiones sobre la evolución, ciencia y el mundo en general". *Desarrollo*. 9-11, 2004.

8. Ferreira, M. A.; M. A. Quiroz; L. T. Braz Y R. Vencovsky. "Correlaciones fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicacoes para o

melhoramento genético". *Horticultura Brasileira*. 21 (3): 170-175, 2003.

9. Hernández, A.; J, M, Pérez; D. Bosch Y L. Rivero. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba, 64 pp. La Habana. *Agroinform*, 1999.

10. Loges, V.; M. A. Lemos; L. V. Resende; D. Menezes; J. Araujo Y V. F. Dos Santos. "Correlaciones entre caracteres agronómicos asociados a resistencia a trips en cebolla". *Hortic. Bras.* 22 (3): 370-373, 2004.

11. Ojeda, M. M. Análisis Exploratorio de datos con énfasis multivariado y en el contexto de aplicaciones ecológicas, 91pp. Veracruz. Universidad Veracruzana, 1999.

12. Portela De Carvalho, C. G.; C. A. Arrabal; J. F. Feraz; M. Fernández Y N. A. Valle. "Correlaciones e analices de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas". *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 37 (3): 311-320, 2002.

13. Rajalingam, G. V. Y K. Haripriya. "Correlation and path coefficient analysis in onion (*Allium cepa*, L. var. *aggregatum* Don)". *Madras Agricultural Journal*. 87 (7-9):405-407, 2000.

14. Ramirez, L. Y B. Egaña. Guía de conceptos de genética cuantitativa, 12pp. Universidad Pública de Navarra, 2003.

15. Rodríguez, W. "Cebolla doce". *Horticultura Brasileira*. 22 (1): 1-2, 2004.

16. Rosales, P. “Cultivo de la cebolla”. *Infoagro*. 15-19, 2003.

17. Shrivastava, R. K.; B. K. Verena, A. K. Mehta Y S. K. Dwivedi. “Correlation and múltiple regresión análisis of fisiological parameters in onion (*Allium cepa* L.)”. *Vegetable Science*. 26 (2): 170-171, 1999.

18. Silva, L.; I. Ferreira; M. Grandi Y J. Baptista. “Divergencia genética entre cultivos locais e cultivares melhoradas de feijol”. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 37 (9): 1275-1281, 2002.

19. Stat Soft, inc. Statistica for windows [computer program manual] Julsa, 1998.

Recibido: 17/02/2009

Aceptado: 11/11/2010