

NIVELES DE HUMEDAD EN EL SUELO EN LA PRODUCCIÓN DE BULBOS DE CEBOLLA¹

Wilfredo Estrada-Prado², Elio Lescay-Batista², Alexander Álvarez-Fonseca³, Yariuska Caridad Maceo-Ramos²

RESUMEN

Niveles de humedad en el suelo sobre la producción de bulbos de cebolla. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de humedad en el suelo sobre la producción de bulbos de cebolla. La investigación se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, municipio Bayamo, provincia Granma, Cuba, durante el período 2009-2010. Se evaluaron tres niveles de humedad en el suelo: 100%, 75% y 50% de la capacidad de campo. Se emplearon quince tratamientos en cinco variedades de cebolla, distribuidos en un diseño completamente aleatorio; se seleccionaron veinte plantas al azar en cada tratamiento donde se evaluó en los bulbos las siguientes variables: peso promedio (g), diámetro ecuatorial (cm) y el diámetro polar (cm). El déficit de humedad en el suelo influyó significativamente en la disminución del peso y tamaño de los bulbos con un mayor efecto en el nivel del 50% de humedad en el suelo.

Palabras claves: déficit hídrico, diámetro ecuatorial del bulbo, diámetro polar del bulbo, *Allium cepa* L.

ABSTRACT

Humidity levels in soil in the onion bulbs production. The aim of this study was to evaluate the effect of different soil humidity levels on the production of onion bulbs. Research was conducted at the Jorge Dimitrov Agricultural Research Institute, in the Bayamo municipality, Granma province, Cuba, during 2009-2010. Three soil moisture levels were evaluated: 100%, 75% and 50% of field capacity. Fifteen treatments and five varieties were used and were distributed in a complete randomized design. Twenty plants were selected at random from each treatment. The indicators that were evaluated in the bulbs were: mean weight (g), equatorial diameter (cm) and polar diameter (cm). Our results indicate that soil water deficit causes a significant reduction on bulbing size and bulbing mass, with the greater impact at 50% soil humidity.

Keywords: water deficit, equatorial bulb diameter, polar bulb diameter, *Allium cepa* L.

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola representa alrededor del 70% del consumo de los recursos hídricos a nivel mundial (Morison et al., 2007). 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). Un cultivo que sea capaz de realizar un UEA tendrá mayor rendimiento en condiciones limitantes, mientras

¹ Recibido: 26 de marzo, 2014. Aceptado: 23 de setiembre, 2014. Forma parte de la tesis de Maestría del primer autor, defendida en la Universidad de Granma Cuba.

² Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, Departamento de Genética y Ecofisiología Vegetal. Carretera Vía Manzanillo Km 16 1/2, Bayamo. Granma, Cuba. Teléfono: 48-3235. estrada@dimitrov.cu, elescay@dimitrov.cu, yariuska@dimitrov.cu

³ Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, Centro de Investigaciones, Servicios y Tecnologías Ambientales de Granma. Carretera Vía Manzanillo Km 16 1/2, Bayamo. Granma. Cuba. Teléfono: 48-3235 Ext. 176. alexanderf@dimitrov.cu



que en condiciones con suficiente humedad, producirá semilla consumiendo menos agua (Boutraa, 2010).

El déficit hídrico es uno de los factores de estrés más significativos que limita la producción de los cultivos (Lobell y Field, 2007; Reza et al., 2010), e incluso la distribución de especies maderables (Yang y Miao, 2010). Este estrés puede provocar la muerte del cultivo, además del efecto negativo en la cantidad, y calidad del rendimiento.

Las plantas a lo largo de su desarrollo experimentan algún grado de estrés por déficit hídrico, ya que una tercera parte de la superficie del planeta se considera como árida o semiárida, mientras que la mayoría de la superficie restante está sujeta a períodos temporales de déficit hídrico (Moreno, 2009). Consecuentemente las plantas estresadas exhiben un crecimiento y rendimiento pobre, en la peor situación las plantas mueren (Moaveni et al., 2010).

La lucha contra la sequía y la desertificación en Cuba constituye actualmente una problemática que involucra a todas las entidades, organismos y organizaciones que se relacionan de manera directa o indirecta con este fenómeno climatológico. El país ha prestado la máxima atención para la búsqueda de soluciones posibles para el enfrentamiento de la sequía; sin embargo, el carácter multifactorial de este fenómeno hace que las alternativas que se adopten para su atenuación sean muy complejas (Brown et al., 2009).

En la agricultura tradicional, en la región oriental de Cuba, el principal problema ecológico 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 (Estrada, 2007).

La cebolla (*Allium cepa* L.) es uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia comercial a nivel mundial. Existe gran número de variedades con distintas adaptaciones a las diferencias climáticas. Las estimaciones más recientes indican que el área de siembra es actualmente de 3,53 millones de hectáreas y la producción de 65,99 millones de toneladas métricas (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, 2009).

Las restricciones hídricas durante el llenado de los bulbos probablemente causen reducciones en el rendimiento. Una restricción hídrica moderada en el cultivo de cebolla, adelantaría el inicio de la bulbificación y por ende el ciclo de cultivo, lo que puede resultar beneficioso. Sin embargo, los rendimientos disminuyen cuando la deficiencia hídrica

coincide con el “período crítico” al inicio de la formación de bulbos (Assuero et al., 2007).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de humedad en el suelo sobre la producción de bulbos de cebolla.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el periodo 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-2000F₁. La siembra se realizó en semillero en octubre del 2009, en sectores de 10 m de largo por 1 m ancho, en un sustrato compuesto por la capa arable de un suelo fluvisol poco diferenciado y estiércol ovino bien descompuesto; en una proporción 3:1 v/v, según la nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández et al., 1999). Se tomó una muestra del suelo en estudio, esta se llevó al laboratorio provincial de suelos. Las principales características físico-químicas del suelo donde se realizó la investigación (Cuadro 1) se determinaron a través de las técnicas descritas por el Ministerio de la Agricultura (MINAGRI, 1985).

Según los resultados del análisis físico-químico, el suelo era muy arenoso, no es plástico, posee una velocidad de infiltración alta, además tiene un pH ligeramente ácido a neutro, contenido medio de fósforo (P₂O₅), alto contenido de potasio (K₂O), porcentaje de materia orgánica (M.O) bajo, presentaba valores bajos en potasio (K), calcio (Ca), y magnesio (Mg).

Las variables climáticas durante la ejecución del experimento, se registraron en la Estación Meteorológica de Veguitas, en el municipio Yara, provincia Granma; la misma se encuentra a 10 km del instituto donde se realizó dicha investigación. El Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, se encuentra situado a los 20° 16' 52" de longitud Oeste y 76° 43' 12" de latitud Norte a 16,5 km de la ciudad de Bayamo, provincia de Granma, Cuba. Las precipitaciones se tomaron de la red de pluviómetros del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos del municipio de Bayamo, las cuales se muestran en el Cuadro 2.

Las semillas se sembraron en surcos perpendiculares a la longitud de los sectores, a una distancia de 15 cm entre sí y a una profundidad de

Cuadro 1. Análisis físico-químico del suelo. Cuba. 2008-2010.

Resultados del análisis químico									
Suelo	Prof (cm)	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH		M.O	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
		(mg/100 g)		KCl	H ₂ O	(%)		(cmol./kg)	
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	Prof (cm)	EC mm	LSP %	LIP %	% de hum. al aire	g/cm ³		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.

Cuadro 2. Comportamiento de variables climáticas en el período experimental. Cuba. 2008-2010.

Variables	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Marzo	Promedio
Temperatura (°C)	23,0	24,0	23,4	23,0	22,5	29,7	24,26
Humedad relativa (%)	85,0	83,0	82,0	79,0	72,0	70,0	78,5
Precipitaciones (mm)	138,6	124,8	20,9	0,3	20,5	198,5	83,93

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, este 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 un diámetro del falso tallo de 5 a 6 mm. Las prácticas culturales que se llevaron a cabo durante esta etapa se ejecutaron según lo establecido en el MINAGRI (2007).

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, se controló la humedad relativa, temperatura etc. 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 (Cuadro 3).

Las macetas consistieron en recipientes plásticos con volumen de 6 l, con diámetro superior de 21,5 cm, un diámetro inferior de 15 cm y una altura de 21,5 cm. En

Cuadro 3. Cálculo de la humedad en el suelo por el método gravimétrico. Cuba. 2008-2010.

Niveles de humedad	Agua añadida (ml)	Porcentaje que representa
N1: 100% CC	3320	67,75
N2: 75% CC	2490	50,81
N3: 50% CC	1660	33,87

CC: capacidad de campo.

cada maceta se depositó el sustrato compuesto, descrito anteriormente. Se utilizaron tres niveles de humedad en el sustrato: N₁: humedad al 100% de la capacidad de campo, N₂: humedad al 75% de la capacidad de campo, N₃: humedad al 50% de la capacidad de campo.

Peso total (maceta+suelo+materia orgánica+agua) = 8220 g

Peso total (maceta+suelo seco+ M.O) = 4900 g

Peso suelo seco = 3532,50 g

Peso de la M.O = 1177,50 g
 Peso de la maceta sola = 190 g
 $8220 \text{ g} - 4900 \text{ g} = 3320 \text{ g}$
 $332000 / 4900 = 67,75\%$
 $3320 * 0,75 = 2490 \text{ g}$
 $67,75 * 0,75 = 50,81\%$
 $3320 * 0,50 = 1660 \text{ g}$
 $67,75 * 0,50 = 33,87\%$

Los tratamientos estuvieron formados por la combinación de cada una de las variedades objeto de estudio con los diferentes niveles de humedad. En cada una de ellas se utilizaron diez macetas con tres plantas, para un total de treinta plantas por tratamiento. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado.

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

Diámetro ecuatorial de los bulbos (cm): se midió inmediatamente después de la cosecha utilizando un pie de rey. La clasificación se realizó de acuerdo con lo recomendado por Silva et al. (1992): muy pequeños (30 mm), pequeños (30-50 mm), medianos (50-70 mm) y grandes (>70 mm).

Diámetro polar de los bulbos (cm): se midió inmediatamente después de la cosecha con el empleo de un pie de rey.

Peso fresco promedio de los bulbos (g): con el empleo de una balanza técnica digital se pesaron los bulbos frescos 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. Las variables de respuesta medidas cumplieron con esta condición, por lo que no se llevó a cabo ninguna transformación de los datos. Se realizó un análisis de varianza bifactorial, utilizando como factores las variedades y los niveles de humedad en el suelo. La comparación múltiple de las medias se realizó mediante la prueba estadística de Tukey para $p \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar las variables climáticas (Cuadro 2), se observó que la temperatura entre los meses de octubre a marzo se comportó entre 22,5 y 29,7 °C, las cuales se

aproximan al rango óptimo establecido para el cultivo de cebolla por MINAGRI (1983), quien indica que la temperatura para este cultivo debe oscilar entre los 23 y 25 °C. La humedad relativa para estos meses se comportó entre 70 y 85%; este mismo autor plantea que la humedad relativa adecuada para la cebolla es de 80-85%, siendo en meses evaluados similar a estos rangos, excepto en algunos meses que estuvo levemente por debajo, pero esto no influyó en el rendimiento. Por otro lado, las precipitaciones en estos meses fueron muy bajas, aunque en el mes de marzo incrementaron a 198,5 mm. De manera general, se considera que el comportamiento del clima no influyó en los resultados finales, ya que fue similar para todos los tratamientos y el mismo no fue una limitante para el cultivo en esta etapa.

Diámetro ecuatorial de los bulbos

La respuesta del diámetro ecuatorial de los bulbos, mostró diferencias significativas entre las variedades, en los tres niveles de humedad del suelo evaluados (Figura 1).

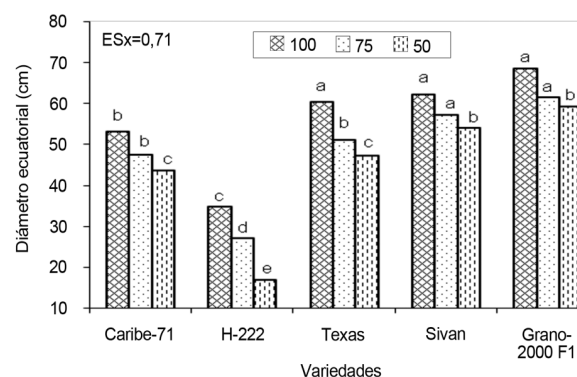


Figura 1. Comportamiento del diámetro ecuatorial de los bulbos (cm) en cinco variedades de cebolla en condiciones normales y de déficit hídrico. Cuba. 2008-2010. Letras diferentes indican diferencia significativa según la prueba de rango múltiple de Tukey para $p < 0,05$.

En el 100% de humedad en el suelo, la variedad Grano-2000F1 mostró el mayor diámetro, seguida por las variedades Texas y Sivan, que sin diferencias significativas entre ellas, superaron estadísticamente a las variedades Caribe-71 y H-222; esta última

también fue inferior que la Caribe-71. En los niveles de 75 y 50% de humedad en el suelo, también se destacó la variedad Grano-2000F₁, pero sin diferencia significativa respecto la variedad Sivan. Ambas superaron estadísticamente al resto de las variedades. También se observó que no hubo diferencia estadística entre las variedades Caribe-71, Texas y la variedad H-222 que fue la de menor valor.

Al comparar los valores alcanzados por cada variedad entre los niveles de humedad, se apreciaron diferencias significativas entre los niveles de 100 y 75%, solamente en las variedades H-222 y Texas. Nótese como los valores expresados por las cinco variedades en el tratamiento de 50% de humedad, fueron significativamente inferiores que en el 100% de humedad; mientras que entre el 75 y 50% las diferencias fueron significativas pero con una mayor disminución en la variedad H-222.

Siguiendo la clasificación establecida, el tamaño de los bulbos de las variedades evaluadas fue mediano, excepto en la variedad H-222 que se clasificaron como muy pequeños.

Diámetro polar de los bulbos

Con respecto al diámetro polar de los bulbos, en la Figura 2 se observan diferencias significativas entre las variedades y entre los niveles de humedad evaluados. En el 100 y 75% de humedad en el suelo, las variedades Texas, Sivan y Grano-2000F₁, no

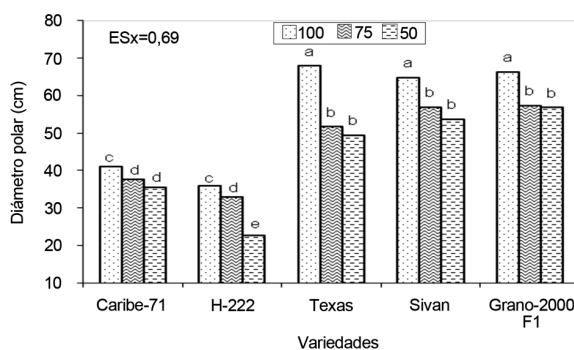


Figura 2. Comportamiento del diámetro polar de los bulbos (cm) en cinco variedades de cebolla en condiciones normales y de déficit hídrico. Cuba. 2008-2010. Letras diferentes indican diferencia significativa según la prueba de rango múltiple de Tukey para $p < 0,05$.

mostraron diferencias significativas entre ellas, pero estas superaron estadísticamente a las variedades Caribe-71 y H-222, que a su vez tampoco difirieron entre sí. En el 50% de humedad, la variedad Grano-2000F₁ superó al resto de las variedades, excepto la variedad Sivan con la cual no mostró diferencia significativa. Esta última tampoco mostró diferencia significativa con la variedad Texas, pero ambas superaron estadísticamente a las variedades Caribe-71 y H-222. La variedad Caribe-71 fue la que expresó el menor valor.

Los valores expresados por las variedades Caribe-71 y H-222 en el tratamiento de 75% de humedad en el suelo, no difirieron estadísticamente de los obtenidos en el nivel de 100% de humedad, lo cual significa que una disminución del 25% de humedad, en estas variedades, no afectó significativamente. Lo contrario ocurrió en las variedades Texas, Sivan y Grano-2000F₁ que expresaron los mayores valores en el nivel de 100% de humedad en el suelo.

Al comparar los promedios del diámetro polar de los bulbos por las variedades en los niveles de 100 y 50% de humedad en el suelo, se observó que los valores del primer nivel mostraron superioridad estadística sobre el segundo, excepto en la variedad Caribe-71 en la cual los valores no difirieron entre sí. Entre los niveles 75 y 50% solo hubo diferencias significativas entre los valores expresados por la variedad H-222.

Para Martín de Santa Olalla et al. (2005), este proceso, como todos en los que necesariamente implica división celular, se ve afectado por la baja disponibilidad hídrica, y una vez iniciados los primordios, el tamaño final que alcanzan los órganos está determinado por la duración de la división celular; además, la disponibilidad hídrica tiene importantes consecuencias sobre muchos procesos vitales.

Estos resultados discrepan de los obtenidos por Lescay et al. (2002) al evaluar cuatro variedades de cebollas en Cuba, donde encontraron un diámetro promedio de los bulbos de 41,5 mm, valor inferior a los obtenidos por las variedades evaluadas en este estudio.

Peso fresco promedio de los bulbos

En el tratamiento de 100% de humedad en el suelo las variedades no mostraron diferencias significativas en el peso fresco promedio de los bulbos (Figura 3). En el 75 y 50% los mayores valores los expresó la

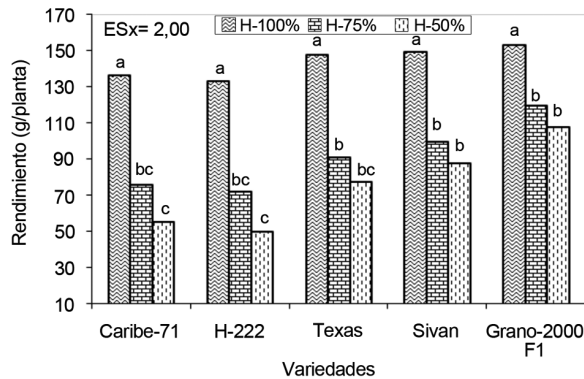


Figura 3. Comportamiento del peso fresco promedio de los bulbos (g) en cinco variedades de cebolla en condiciones normales y de déficit hídrico. Cuba. 2008-2010. Letras diferentes indican diferencia significativa según la prueba de rango múltiple de Tukey para $p < 0,05$.

variedad Grano-2000F1, sin diferencias significativas respecto a la variedad Sivan; esta última tampoco mostró diferencias estadísticas con la variedad Texas, pero fue superior a las variedades Caribe-71 y H-222, las cuales no difirieron entre ellas en ambos niveles de humedad en el suelo.

Al comparar los valores adquiridos por cada variedad entre los niveles, se observó que al disminuir la humedad en el suelo hasta el 75 y 50%, el peso de los bulbos disminuyó entre 22,1-46,0% y 29,7-62,4%, respectivamente. Esto demuestra la importancia que tiene la humedad en el suelo en el desarrollo de los bulbos. Los promedios logrados por las variedades en los niveles de 75 y 50% no mostraron diferencias significativas entre ambos niveles en ninguna de las variedades evaluadas.

Sánchez-Díaz y Aguirreola (2008) plantean que un cultivo más resistente a la sequía es aquel que obtiene una mayor producción bajo estas condiciones y además, que tenga cierto grado de estabilidad en la producción durante varios años.

En las variedades de ciclo más corto cuando el agua es limitada, así como cuando se atrasa la fecha de trasplante se obtienen mermas hasta del 80% en el peso promedio de los bulbos Assuero et al. (2007).

Assuero et al. (2007) plantean que una baja disponibilidad hídrica durante el llenado determina la obtención de bulbos de tamaño reducido, con brotación

temprana y alta tasa de pérdida de peso durante el almacenamiento poscosecha.

Lescay (2006) en un estudio de cuatro variedades de cebolla, entre ellas la Caribe-71, encontró valores en el peso promedio de los bulbos de 53,16 (g) en la empresa Cultivos Varios Niquero y de 71,16 (g) en la Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín, valores que se encuentran por debajo de los obtenidos en este estudio.

Está claro que el déficit hídrico es el principal factor abiótico que limita la distribución geográfica y el rendimiento de la mayoría de los cultivos (Araus et al., 2002; Tuberosa y Salvi, 2006).

Los resultados del estudio indican un comportamiento diferente en las variedades de cebolla a condiciones de sequía respecto al diámetro y peso del bulbo, por lo que se deduce que no todas tienen el mismo potencial productivo. Los efectos del déficit hídrico sobre la fisiología de las plantas varían en función de la especie y de su grado de tolerancia, pero también, en función de la magnitud de la falta de agua y de la rapidez con que se experimente su carencia. Una baja disponibilidad hídrica durante el llenado determinó la obtención de bulbo de tamaño reducido. Este trabajo constituye un aporte al nuevo conocimiento sobre los efectos del déficit hídrico en el cultivo de cebolla. Las diferentes condiciones ambientales a las que está sujeta la especie a lo largo de la distribución geográfica estudiada han dado pauta a la diferenciación genética en diferentes características morfológicas y fisiológicas que mitigan los efectos de eventos adversos como la sequía.

LITERATURA CITADA

- Assuero, S.G., J. Rattin, J.A. Saluzzo, G. Sasso, y J.A. Tognetti. 2007. Observaciones sobre la producción y conservación de cebolla en el sudeste de Buenos Aires en relación con la disponibilidad hídrica. *Rev. Fac. Agron.* 106(2):109-118.
- Araus, J. L., G.A. Slafer, M.P. Reynolds, y C. Royo. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? *Ann. Bot.* 89:925-940.
- Boutraa T. 2010. Effects of water stress on root growth, water use efficiency, leaf area and chlorophyll content in the desert shrub *Caloptotis procera*. *J. Int. Environ. Appl. Sci.* 5:124-132.

- Brown O., Y. Gallardo-Ballat, MT. Cuffy, y W. Pérez-Duarte W. 2009. Sistema de gestión de sequías, una alternativa para la utilización racional de los recursos hídricos en empresas agrícolas. *Rev. Cienc. Téc. Agropec.* 18(2):47-52.
- Estrada, A. 2007. Método para detectar tolerancia al stress en dos variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Centro Agrícola* 34(2):5-9.
- Hernández, A., J. Pérez, J. Bosch., y L.D. Rivero. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. AGRINFOR, MINAGRI, Instituto de Suelos, La Habana, Cuba.
- Lescay, E., M. Baró, y C. Esequiel. 2002. Comportamiento del rendimiento de bulbos y sus componentes en cuatro variedades de cebolla (*Allium cepa* L.). *Alimentaria: Rev. Tecnol. Higiene Aliment.* 338:121-123.
- Lescay, E. 2006. Evaluación morfoagronómica de variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en diferentes localidades de la región Oriental de Cuba. Tesis presentada en Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Granma, Cuba.
- Lobell, D.B., y C.B. Field. 2007. Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environ. Res. Lett.* 2(1):014002. doi: 10.1088/1748-9326/2/1/014002.
- Martín de Santa Olalla, M.F., P.L. Fuster, y A.C. Belmonte. 2005. Agua y agronomía. Universidad de Castilla-La Mancha. Eds. Mundi Prensa. España.
- MINAGRI (Ministerio de la Agricultura). 1983. Instructivo técnico del cultivo de la cebolla. Editorial Pueblo y Educación, Dirección Nacional de Cultivos Varios, La Habana, Cuba.
- MINAGRI (Ministerio de la Agricultura). 1985. Manual de técnicas de análisis químicos de suelos, plantas y aguas. Editorial Pueblo y Educación, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, Cuba.
- MINAGRI (Ministerio de la Agricultura). 2007. Informe anual del Ministerio de la Agricultura. Avances y pérdidas. Editorial Agricultura, Cuba.
- Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. 2009. Cebolla. Dirección de Políticas Comerciales Externas, Managua, Nicaragua.
- Moaveni, P., A. Ebrahimi, y H. Aliabadi. 2010. Physiological growth indices in winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as affected by drought stress at Iran. *J. Cereals Oilseeds* 1:11-16.
- Moreno, F. 2009. Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. Una revisión. *Agron. Colomb.* 27:179-191.
- Morison J., N. Barker, P. Mullineaux, y W. Davies. 2007. Improving water use in crop production. *Philosophical Transactions of the Royal Society B.* 363:639-658
- Reza, M.N.R., A. Ghasemi, y A. Arjmandinejad. 2010. Study of limit irrigation on yield of lentil (*Lens culinaris*) genotypes of National Plant Gene Bank of Iran by Drought Resistance Indices. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 7:238-241.
- Sánchez-Díaz, M., y J. Aguirreola. 2008. El agua en la planta. En: J. Azcón-Bieto, y M. Talón, editores, *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. McGraw-Hill Interamericana-Ediciones de la Universitat de Barcelona, Madrid-Barcelona, España. p. 25-40.
- Silva, E., C.L. Gardin, y J.F. Debarba. 1992. Onion production for export in Santa Catarina State, South Brazil. *Onion News* (4):16-18.
- Stat Soft, Inc. 2008. Programa estadístico para el análisis y procesamiento de datos experimentales. Release 4.2 Tulsa. Versión 8.0 para Windows.
- Tuberosa, R., y S. Salvi. 2006. Genomics-based approaches to improve drought tolerance of crops. *TRENDS in Plant Sci.* 11(8):25-29.
- Yang, F., y L.F. Miao. 2010. Adaptive responses to progressive drought stress in two poplar species originating from different altitudes. *Silva Fennica* 44(1):23-27.

