

## Respuesta agronómica del cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) al déficit hídrico y la aplicación del Biobrás-Plus Response agronomic of the pepper crops (*Capsicum annuum* L.) under drought conditions with Biobrás-Plus application

Yanitzá Meriño Hernández, Tony Boicet Fabrè, Gustavo González Gómez, Ana Boudet Antomarchi, Yarisbel Gómez Masjuan, Oleinik Zambrano Fernández

Universidad de Granma, Carretera a Manzanillo Km/17 Peralejo - Apartado 21 - Bayamo M. N.  
Código Postal 85149 - Granma - Cuba

E-mail: yani@udg.co.cu

**RESUMEN.** Con el objetivo de evaluar la respuesta agronómica del cultivo del pimiento variedad "Español", bajo condiciones de sequía y la aplicación de brasinoesteroides (Biobrás-Plus), se llevó a cabo una investigación en dos localidades de la provincia de Granma (Huerto Intensivo "Las Marianas" perteneciente a la localidad de Jiguaní y en áreas del Huerto Intensivo "Río de Guisa", de la localidad de Guisa). El bioestimulante se aplicó de forma foliar a los 15 días después de plantado el cultivo y al inicio de la floración, en las primeras horas de la mañana. Se evaluaron índices de crecimiento cada 10 días, en el momento de la cosecha se evaluaron el rendimiento y sus componentes. Para valorar las respuestas de las variables medidas se realizó un análisis de componentes principales. Las variables que respondieron mejor a los tratamientos impuestos fueron: el número total de los frutos por planta, el diámetro polar, ecuatorial y masa promedio de los mismos, el grosor promedio del mesocarpio y el rendimiento del cultivo. Los resultados obtenidos demostraron la real y fuerte actividad anti-estrés del bioestimulante utilizado, al lograrse los mejores resultados cuando este fue aplicado a las plantas que estaban sometidas a condiciones de estrés por sequía.

**Palabras clave:** sequía, bioestimulantes, rendimiento, *Capsicum annuum*.

**ABSTRACT.** This research was done in two towns of Granma in order to evaluate the agronomic response of pepper cultivars, "Spanish" variety, under drought stress conditions and with the application brassinosteroids (Biobrás - Plus). In the town of Jiguaní the research was done at Las Marianas market garden, and in the town of Guisa the research was done at Río de Guisa market garden. The biostimulant was applied to foliage 15 days after being planted and at bloom initiation, early in the morning. The growth rate was evaluated every 10 days, and at harvest the yield and their components were evaluated. In order to assess the response of the variables, an analysis of the main components was carried out. Among the variables that had a better response to the treatments were: the total number of the fruits per plant, polar and equatorial diameter of fruits and average weight, average mesocarp thickness and the yield of the cultivar. The results showed that the biostimulant utilized had a high anti stress effect, the best results were achieved when applied to plants that were under drought stress conditions.

**Key words:** drought, biestimulants, yield, *Capsicum annuum*.

### INTRODUCCIÓN

Después de muchos debates en el ámbito académico y público, se ha reconocido que el agua es un elemento finito y frágil (Rázuri *et al.*, 2008), y sus reservas en el planeta han ido disminuyendo con el creciente aumento de la población y las prácticas agrícolas. (IFPRI, 2002)

Debido a que la agricultura es la principal consumidora de agua en el mundo, lo que es uno de los factores limitantes para el futuro, al consumir el 70 % del agua utilizada por el hombre (Rodríguez, 2006), es importante el ahorro de este recurso al implementar técnicas agrícolas que reduzcan su

consumo. La disponibilidad de este recurso es uno de los factores cruciales que modula el crecimiento de las plantas y el estrés hídrico que incluye tanto la sequía como la salinidad, es un factor importante para la agricultura, al impedir que los cultivos desarrollen su potencial genético. (Zhu, 2003)

La provincia de Granma en los últimos años ha estado sometida a intensos periodos de sequías originados por los cambios experimentados en el régimen de las precipitaciones, con irregularidades tanto en su distribución espacial como temporal, provoca que existan grandes déficit con relación a

la media anual, en el período donde se siembran las principales hortalizas; situación esta, que ha traído como consecuencia disminuciones en la producción y rendimiento de las principales variedades de pimiento que se cultivan en la provincia. (Matta, 2004; Pinheiro, 2004; Yuen *et al.*, 2004)

Conocer los mecanismos generales de la tolerancia al estrés hídrico es fundamental, pues permite comprender mejor cómo las plantas manejan el estrés y, por ende, en el futuro modificar estas características ya sea genéticamente o con la utilización de productos bioactivos, que de alguna manera potencien estos mecanismos, entre estos los brasinoesteroides, potentes reguladores del crecimiento vegetal, de naturaleza esterooidal, hormonas con efectos tales como: estimulación del alargamiento celular y de la diferenciación de protoplastos, regeneración de la pared celular, regulación de la diferenciación de elementos traqueales e incremento de la biomasa y

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para darle respuesta al objetivo propuesto en la investigación realizada se montaron dos experimentos en dos localidades diferentes de la provincia de Granma. El primer experimento se llevó a cabo en el Huerto Intensivo “Las Marianas” en el período comprendido de enero a mayo del 2009; y en el Huerto Intensivo “Río de Guisa” del propio municipio Guisa en el período de diciembre a mayo. Se ejecutaron cuatro tratamientos en ambas localidades: T<sub>1</sub> riego del cultivo durante todo el ciclo vegetativo, T<sub>2</sub> riego de cultivo durante todo el ciclo + aplicación de Biobrás-Plus, T<sub>3</sub>: sin riego (sequía terminal) T<sub>4</sub> sin riego (sequía terminal) + aplicación de Biobrás-Plus.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada tratamiento fue ubicado en parcelas de 8 m de largo y 4,5 m de ancho, para una superficie de 36 m<sup>2</sup>, con separación entre parcelas de 1,8 m y 2 m entre réplicas. La superficie de cálculo fue de 10 m<sup>2</sup>, cosechándose de los cinco surcos, los tres centrales, de 3,7 m de longitud. En ambos experimentos se realizó la aplicación foliar de Biobrás a los 15 días del trasplante, a razón de 0,1 ppm (en los tratamientos 2 y 4) y posteriormente a inicio de la floración, a razón de 0,05 ppm. La variedad de pimiento empleada fue “Español”. En el momento de cada cosecha se evaluaron las siguientes variables:

del rendimiento; además, se ha informado de su efecto protector ante diferentes condiciones de estrés abiótico, como las altas y bajas temperaturas, sequía y salinidad. (Dhaubhadel *et al.*, 2002; Anuradha y Rao 2001; 2003)

La agricultura moderna ha incorporado el uso de estos productos que incrementan el crecimiento y rendimiento de los cultivos, la calidad de las cosechas, y la tolerancia de las plantas ante diferentes condiciones de estrés. (Núñez, 1998)

Al considerar que los períodos secos se repetirán con un aumento considerable en intensidad y durabilidad, el objetivo del presente trabajo fue contribuir al desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) en áreas afectadas por la sequía en la provincia de Granma con el incremento de la tolerancia de la variedad Español a este tipo de estrés mediante la aplicación de Biobrás-Plus.

1. Masa promedio de los frutos (g): en 10 frutos tomados al azar por tratamiento y repeticiones.
2. Longitud promedio de los frutos (cm): promedio longitudinal de 10 frutos tomados al azar por tratamiento y repeticiones
3. Diámetro promedio de los frutos (cm): promedio ecuatorial de 10 frutos tomados al azar por tratamiento y repeticiones.
4. Grosor del mesocarpio o grosor de la pulpa (mm)
5. Número de frutos por plantas: en 10 plantas por tratamientos por repeticiones
6. Rendimiento agrícola en t.ha<sup>-1</sup>
7. Masa del fruto sin pedúnculo (g): Para la determinación de esta variable se extrajo el pedúnculo del fruto y se pesó la masa en una balanza analítica.
8. Masa del pedúnculo con el eje central y semillas (g)
9. Masa seca de las semillas (g): secadas al aire y luego pesadas en una balanza analítica.
10. Masa del pedúnculo sin semillas (g): Separadas las semillas se procedió a pesar en una balanza.

11. Masa seca por planta: secadas en una estufa a 70 °C por 72 horas hasta peso constante.

lo cual fue utilizado el paquete estadístico STATISTICA 6.1.

Luego de comprobar que los datos recopilados cumplieron con los supuestos teóricos de normalidad y homogeneidad, se realizó un análisis de varianza a las variables medidas en los ambos experimentos. Se realizó un análisis multivariado de componente principal y un agrupamiento de los tratamientos mediante Biplot para

**Caracterización edafoclimática de las áreas experimentales:** Para la implementación de los tratamientos se tuvieron en cuenta la dinámica de los elementos climáticos, particularmente, las ocurrencias de las lluvias caídas (precipitaciones), así como, los tipos de suelos presentes, lo que coincidió en ambas localidades el predominio del suelo pardo sin carbonato.

Tabla 1. Característica del suelo

Localidad	Clasificación	Prof. (cm)	MO (%)	pH	
				H <sub>2</sub> O	KCL
Guisa	Pardo sin carbonato	0-10	2.35	6.50	5.00
Jiguaní		11-20	2.26	6.00	6.00
		21-30	1.70	6.35	6.35

Los elementos del clima registrados en las estaciones representativas de las localidades, tuvieron similar tendencia durante los períodos de investigación. Con

las temperaturas se observa una variabilidad acorde a los períodos de ensayos al estar en los límites de 23,4 a 24,8 °C.

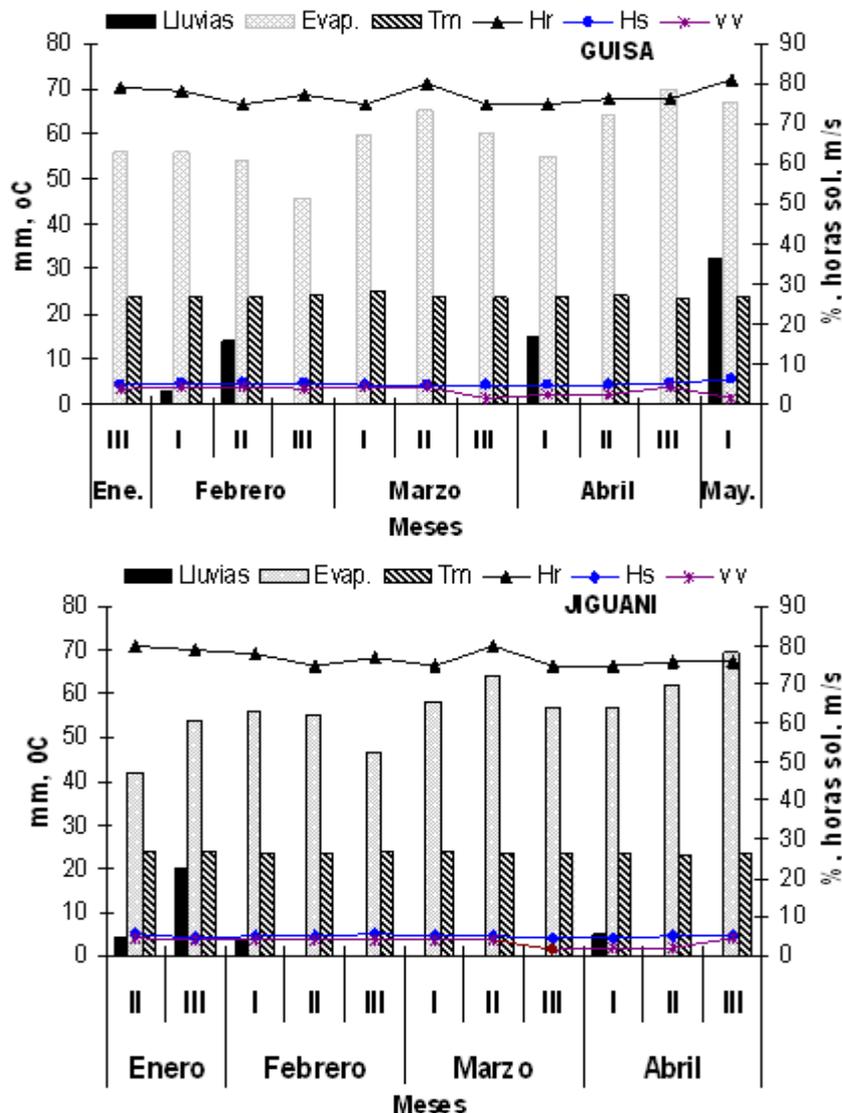


Figura 1. Dinámica de los elementos climáticos en las localidades. A) Guisa; B) Jiguaní

La humedad relativa osciló entre el 75 y 81 % en las localidades. Los otros elementos registrados fueron la velocidad del viento y la duración de la radiación solar con similar tendencia, donde sus valores oscilaron entre 1,42 y 4,20 m.s<sup>-1</sup> y desde 4,7 a 5,5 horas para en ambas localidades

respectivamente. Las precipitaciones, en el período manifestaron un comportamiento diferente en cada localidad, siendo escasas (entre 3 y 20 mm), lo que resultaron estar muy por debajo de lo exigido por el cultivo para su normal desarrollo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de las dos localidades objeto de estudio (Guisa y Jiguaní) son expuestos a continuación, donde se tuvo en cuenta que la aplicación de productos bioestimulantes aumentan considerablemente la producción de esta hortaliza en condiciones estresantes ocasionadas por la sequía.

Debido a que los componentes principales indican la forma y el grado en que las variables participan en la formación de las combinaciones lineales, y se puede usar para descartar variables en un problema determinado, pues permiten descartar caracteres que contribuyen poco a la variación total existente; es decir que sus resultados permiten reducir la dimensionalidad del problema, y facilitar la caracterización de los elementos de la muestra así como la búsqueda de estructuras de correlación entre las variables, se realizó un análisis de componentes principales a las variables que caracterizan el rendimiento.

A partir de los resultados de las variables productivas estudiadas, mediante el análisis de componentes principales se observó que las

variables que caracterizaron la primera componente (C1) extrajeron un 47,51 % del total y las que le siguieron en el orden de la variaciones sufridas al aplicar los tratamientos con el bioestimulante la (C2), explicó un 31,61 %, lo cual indica que con estas dos componentes se extrajeron más del 79 % de la variabilidad total en la población estudiada. El otro 19,88 % del total de la población se agrupó en las otras componentes.

Los resultados de este análisis muestran que las variables con mayor variabilidad al aplicar los diferentes tratamientos en la producción de pimiento en estos ensayos (Tabla 1), resultaron ser el largo promedio de los frutos, las masas de este y el pedúnculo sin la semillas, que conjuntamente con la masa del mesocarpio sin el pedúnculo, masa del pedúnculo con las semillas y el eje central, diámetro promedio de los frutos, número total de los frutos, número de frutos por plantas y el rendimiento fueron las que mayor aporte tuvieron en el primer componente, mientras que la masa total de los frutos, el grosor del mesocarpio y la masa seca de las semillas, se agruparon en la segunda componente como las de mayor aporte.

**Tabla 2. Resultados del análisis de componentes principales**

Ejes principales	C1	C2
Valores propios	6,66	4,43
Contribución a la variación total	47,51	31,61
% acumulado	47,51	79,12
Vectores propios		
Número total de frutos	-0,666709	0,441196
Frutos promedio por plantas	-0,666709	0,441196
Masa total de los frutos	-0,622440	-0,752933
Masa promedio de un fruto	-0,851759	0,436850
Diámetro promedio de los frutos	-0,804899	-0,535548
Largo promedio de los frutos	-0,874020	-0,241817
Masa promedio del mesocarpio.	-0,825920	0,498323
Grosor del mesocarpio	-0,553502	-0,815550
Masa del pedúnculo sin semilla	-0,851162	-0,380078
Masa pedúnculo, semilla y eje central	-0,723342	0,300862
Masa seca de semilla	0,060679	0,934192
Masa seca de las planta	-0,613936	0,279640
Rendimiento total	-0,787545	0,195472

Con relación a este tipo de análisis, Cruz y Regáis (1996) consideraron que la importancia de descartar caracteres que contribuyen poco a la variación total existente, indudablemente permite reducir fuerza de trabajo, tiempo y gastos en la experimentación agrícola, de ahí la importancia de este análisis.

Autores como Almarales (2009) al evaluar diferentes dosis de Biobrás-Plus en el cultivo del tomate, en condiciones de casa de cultivo, obtuvo una variabilidad de tres componentes que rebasaron el 44 %. Este autor señala variables importantes que se destacan en la primera componente, como la altura, diámetro, grosor y peso del fruto, lo que coincide con los resultados de esta investigación.

Resultados similares fueron obtenidos por Pino *et al.* (2003) cuando encontraron que el número de frutos por plantas y el rendimiento, se situaron en la primera componente, mientras que la componente dos estuvo caracterizada por la masa promedio de los frutos, ambas componentes explicaron el 86 %, de la variación total de los datos, este último aspecto no coincide con los logros en la segunda componente de este trabajo.

También Rivero (2007) encontró que la variable del rendimiento en el cultivo del arroz cuando aplicó Quitosana, se ubicó en la segunda componente, totalmente diferente a los resultados que se lograron en los dos experimentos analizados.

Los resultados obtenidos coinciden con los de Solís (2001) referente a la relación de las variables largo, diámetro y masa promedio de los frutos; sin embargo este autor caracterizó al rendimiento en la segunda

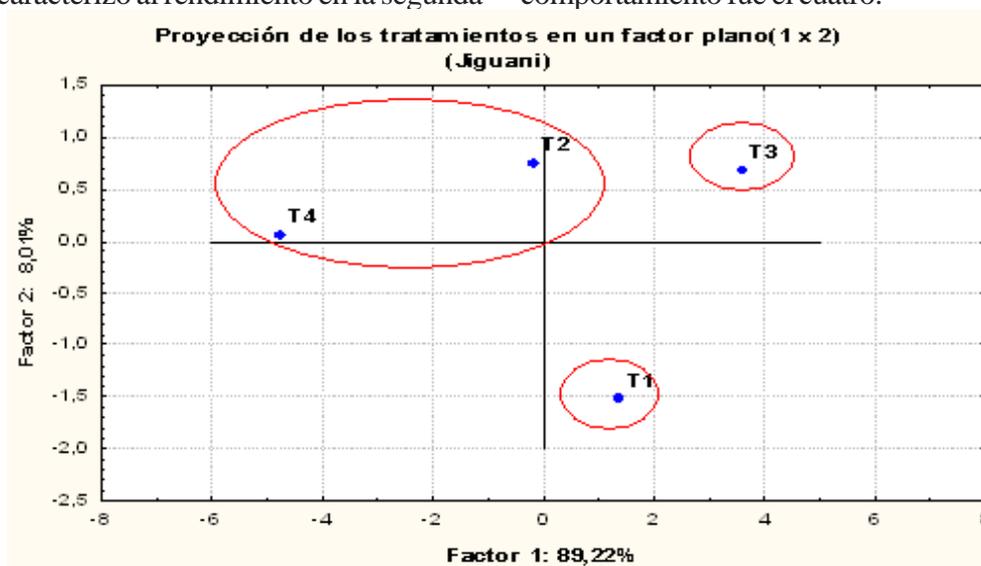
componente, resultado similar al obtenido por Moreno (2009) con el cultivo del arroz.

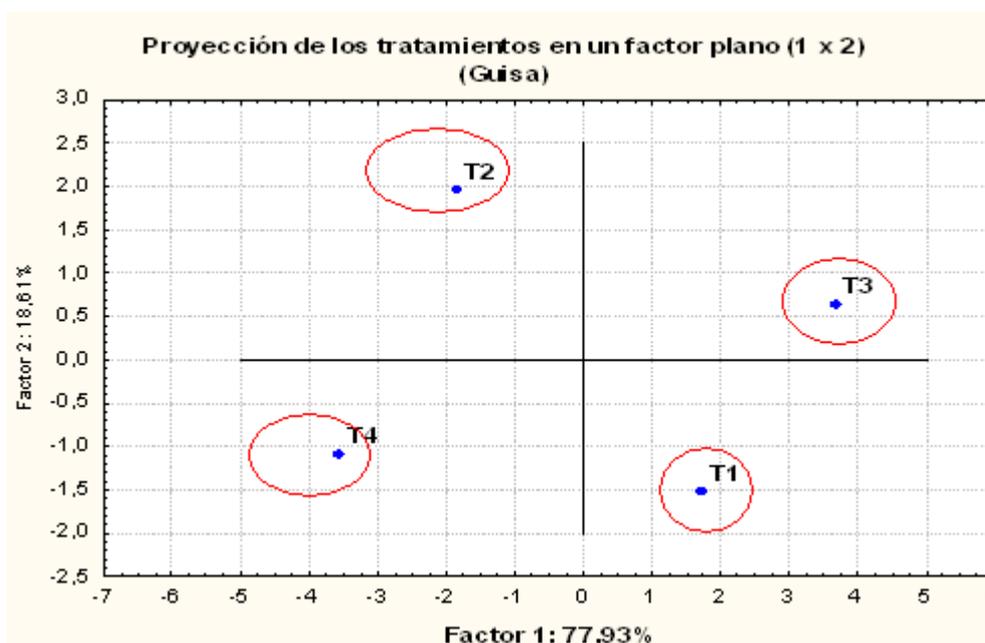
Cuando se realiza un análisis de la distribución que tienen los tratamientos en el plano formado por los componentes C1 y C2 (Figura 2), se observa que mostró una alta variabilidad, donde se evidencia que los tratamientos experimentales quedaron claramente separados uno del otro, resultado este que demuestra el efecto antiestrés del Biobrás-Plus, que además es visible y resulta estimulante en el crecimiento, desarrollo y nutrición de las plantas de pimiento.

Esta influencia del bioestimulante comentada anteriormente, ha sido señalada en diversos trabajos realizados por otros autores en diversos cultivos y disímiles condiciones experimentales como Núñez (1998 a) en tomate y Almenares *et al.* (1999) con maíz, entre otros.

Atendiendo a esta representación gráfica, podemos decir que fundamentalmente se forman tres grandes grupos en la localidad de Jiguaní, los conformados por los tratamientos 1 y 3 en planos diferentes, tratamientos a los que no se le aplicó el bioestimulante, y los tratamientos 2 y 4 donde además de las condiciones hídricas impuestas se le realizó la aplicación del Biobrás-Plus, por supuesto de mejores respuestas en las variables medidas.

Para Guisa, cada tratamiento se diferenció del otro por lo que hizo, que cada uno se agrupara en un plano diferente. El tratamiento de peor comportamiento fue el tres mientras que el de mejor comportamiento fue el cuatro.





Figuras 2. Biplot de las coordenadas de los componentes principales en función de las variables productivas analizadas en las dos localidades evaluadas

## CONCLUSIONES

Analizados los efectos del déficit hídrico (sequía terminal) y la aplicación de Biobrás-Plus en la respuesta agronómica del cultivo del pimiento se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Los tratamientos empleados produjeron un efecto significativo en los factores del rendimiento, al disminuir estos cuando la humedad en el suelo fue menor. La

aplicación al cultivo del Biobrás-Plus produjo un incremento en el rendimiento de 6,71 a 24,61 % y 6,71 a 29,84 % en Guisa y Jiguaní respectivamente.

2. La respuesta de las plantas de pimiento a la aplicación de Biobrás-Plus fue positiva, con un mejor efecto en la mayoría de las variables medidas cuando fueron sometidas a estrés por sequía (T4)

## BIBLIOGRAFÍA

- Almarales, G. Y.: Evaluación de diferentes dosis de Biobrás Plus en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) híbrido (Charleston) en condiciones de casa de cultivo. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad de Granma, 2009, 31 p.
- Almenares J. C. R. Cuñarro, R. Ravelo, Elaine Fitó, Irene Moreno y Miriam Núñez. Influencia de diferentes dosis y momentos de aplicación del Biobras-16 en el cultivo del maíz. Revista Cultivo Tropical 20(3), 1999
- Anuradha, S.; S. S. R. Rao: Effect of brassinosteroids on salinity stress induced inhibition of seed germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa L.*). Plant Growth Regul., vol. 33, p. 151-153, 2001.
- Anuradha, S.; S. S. R. Rao: Application of brassinosteroids to rice seeds (*Oryza sativa L.*) reduced the impact of salt stress on growth, prevented photosynthetic pigment loss and increase nitrate reductase activity. Plant Growth Regul., vol. 40, p. 29-32, 2003.
- Cruz, J.; M. Regazzi: Bioestadística aplicada. Editorial Mapamundi, 1996, 250p.
- Dhaubhadel, S.; K.S. Browning; D.R. Gallie; P. Krishna: Brassinosteroid functions to protect the translational machinery and heat-shock protein synthesis following thermal stress. *Plant Journal* 29: 681-691, 2002.
- IFPRI (International Food Policy and Research Institute): Global water outlook to 2005: an impending crisis. International Food Policy and Research

- Institute, Washington D.C. 2002. En sitio web: <http://ifpri.cgiar.org/media/water>. Extraído el 25 de junio del 2010.
8. Matta, F. M.: Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insight for plant breeding. *Brazilian Journal of Physiology*, 16(1): 1-6, 2004.
9. Núñez, M.: Algunas consideraciones sobre el análisis molecular de la acción de los brasinoesteroides. Programa y Resúmenes. XI Seminario Científico. INCA. La Habana. Nov.17-20, 1998, 135p.
10. Núñez, M.: Nuevo biorregulador cubano en la micropropagación masiva de plantas. III Encuentro Latinoamericano de Biotecnología Vegetal. Palacio de las convenciones de la Habana. Jun.1-5, 1998 a, 132p.
11. Pinheiro, H. A.: Physiological and morphological adaptations as associated with drought tolerance in robusta coffee (*Coffe canephora* Pierre var. Kouiou). Tesis de grado. Universidad Federal de Viscosa, Brasil, 2004.
12. Pino, M.; E. de los A. Ferry; N. A. León; F. Soto, F.: Duración del ciclo biológico y sus fenofases para la variedad INCA-17, en sistemas de monocultivo y policultivo fuera del periodo óptimo. *Cultivos Tropicales*, 24(1): 5-8, 2003.
13. Rázuri, L.; D. G. Romero; C.E.R. Romero; J. Hernández; J. Rosales: Efecto del riego deficitario controlado en la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo riego localizado. *Agricultura Andina* Volumen 14, enero-junio, pp. 31-48, 2008.
14. Rodríguez, P. L.: Implicaciones fisiológicas de la osmorregulación en plantas. *Agronomía Colombiana* 24(1): 28-37, 2006.
15. Solís, A.M.A.: Caracterización del germoplasma de tomate con vista a la implementación de un programa de fitomejoramiento participativo. *Revista Cultivos Tropicales* 22 (2):33-37, 2001.
16. Yuen, G.; Y. Luo; X. Sun; D. Tang: Evaluation of crop water stress index for detecting water stress in water wheat in the North China Plain. *Agricultural Water management*, 64(1): 29-40, 2004.
17. Zhu, J.K.: Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 53: 247-27, 2003.
18. Rivero, Y.: Evaluación de diferentes dosis de quitosana en el cultivo del arroz. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma, Granma, Cuba, 2007, 63 p.
19. Moreno, F.: Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. Una revisión. *Agronomía Colombiana* 27(2): 179-191, 2009.

Recibido:25/02 /2013

Aceptado:13 /06/2014