

# INFLUENCIA DEL BIOBRAS-16<sup>®</sup> Y EL QUITOMAX<sup>®</sup> EN ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA DE PLANTAS DE FRIJOL

## Influence of Biobras-16<sup>®</sup> and QuitoMax<sup>®</sup> on bean plant biological aspects

Lisbel Martínez González✉, Yanelis Reyes Guerrero, Geydi Pérez Domínguez, María C. Nápolez García y Miriam de la C. Núñez Vázquez

**ABSTRACT.** Common bean is the most important legume in human consumption worldwide and in Cuba, it is necessary to increase crop production, since bean and rice are the nutritional basis of the people. Biobras-16<sup>®</sup> and QuitoMax<sup>®</sup> are bioactive products which are able not only enhancing plant growth and increasing crop yield but also they have anti-stress effects. This paper aims to determine the effect of the seed spray with QuitoMax<sup>®</sup> and Biobras-16<sup>®</sup> on bean plant growth and some biochemical indicators. Bean seeds of cv. Cuba C-25-9-N were sprayed with Biobras-16<sup>®</sup> 0,05 mg L<sup>-1</sup> and QuitoMax<sup>®</sup> 500 mg L<sup>-1</sup>, one day before sowing. At the time of sowing, each seed was inoculated with 1 x 10<sup>-3</sup> L of Azofert<sup>®</sup> and they were placed in pots containing eutric agrogenic Lixiviated Red Ferralitic soil with a low dose of mineral fertilizer (2,78 g of complete formula, NPK, 9-13-17). At 42 days after sowing, some growth indicators and chlorophyll, total soluble carbohydrate and protein concentrations were determined in the leaves. Results demonstrated that Biobras-16<sup>®</sup> significantly stimulated aerial part growth and leaf total soluble carbohydrates while QuitoMax<sup>®</sup> favoured only the last indicator.

**RESUMEN.** El frijol común es la leguminosa de mayor importancia para el consumo humano a nivel mundial y en Cuba, se necesita incrementar la producción de este cultivo, ya que junto al arroz es la base alimenticia de la población. El Biobras-16<sup>®</sup> y el QuitoMax<sup>®</sup> son productos bioactivos capaces de estimular el crecimiento de las plantas e incrementar los rendimientos, además de que poseen efectos antiestrés. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto que la aspersión a las semillas con QuitoMax<sup>®</sup> y Biobras-16<sup>®</sup> ejercen en el crecimiento y algunos indicadores bioquímicos de plantas de frijol. Semillas de frijol cv. Cuba C-25-9-N se asperjaron con Biobras-16<sup>®</sup> 0,05 mg L<sup>-1</sup> y QuitoMax<sup>®</sup> 500 mg L<sup>-1</sup>, el día anterior a la siembra. En el momento de la siembra, se inoculó cada semilla con 1 x 10<sup>-3</sup> L de Azofert<sup>®</sup> y las mismas se colocaron en macetas que contenían suelo Ferralítico Rojo Lixiviado agrogénico éutrico con una dosis baja de fertilizante mineral (2,78 g de fórmula completa, NPK, 9-13-17). A los 42 días después de la siembra, se evaluaron los indicadores del crecimiento y se determinaron en las hojas las concentraciones de clorofilas, carbohidratos y proteínas solubles totales. Los resultados demostraron que, mientras que el Biobras-16<sup>®</sup> estimuló significativamente el crecimiento de la parte aérea y la concentración de carbohidratos solubles de las hojas, el QuitoMax<sup>®</sup> solamente favoreció este último indicador.

**Key words:** biochemistry, brassinosteroids, growth, *Phaseolus vulgaris*, chitosane

**Palabras clave:** bioquímica, brasinoesteroides, crecimiento, *Phaseolus vulgaris*, quitosano

## INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es entre las leguminosas que poseen semillas, una de las más importantes. Considerada la leguminosa de mayor importancia en el consumo humano a nivel mundial, se cultiva principalmente en países en desarrollo (1).

La baja producción del cultivo en muchos casos se debe, a la escasa disponibilidad de semillas de calidad, al daño ocasionado por la incidencia de plagas y enfermedades, los altos precios en los insumos, incidencias del clima y baja disponibilidad de agua, entre otras. En la actualidad, incrementar la productividad de las plantas cultivadas de manera sostenible, con baja cantidad de insumos con los mejores estándares de calidad, resulta una necesidad inmediata (2).

En la agricultura existe una gama de productos bioestimulantes con capacidad para promover el

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Gaveta postal No.1, San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba. CP 32700

✉ [lisbel@inca.edu.cu](mailto:lisbel@inca.edu.cu)

crecimiento e incrementar el rendimiento de los cultivos, además de poseer efectos antiestrés (3-5).

Particularmente en Cuba, se han utilizado algunos bioestimulantes que son inocuos para el ambiente, entre los que se encuentran el Quitomax® y el Biobras-16®, formulaciones líquidas que contienen como ingredientes activos polímeros de quitosana y análogos espiroestánicos de brasinoesteroides, respectivamente. Ambas formulaciones han demostrado ser efectivas, aplicadas como aspersiones foliares, en la estimulación del crecimiento y el rendimiento de diferentes cultivos (6,7); sin embargo, es muy escasa la información que existe acerca del efecto de estas formulaciones en el crecimiento de plantas de frijol cuando son asperjadas a las semillas previo a la siembra. Se espera, entonces, que la utilización de estos productos, asperjados a las semillas previo a la inoculación con Azofert®, pueda ser una vía para promover el crecimiento de las plantas de frijol.

Debido a lo anterior, el objetivo fundamental de este trabajo fue determinar el efecto que ejerce la aspersión a las semillas con Biobras-16® o Quitomax®, previo a la inoculación con Azofert®, en el crecimiento de plantas de frijol.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el área central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Para esto, se asperjaron semillas de frijol cv. Cuba C-25-9-N, con Biobras-16® 0,05 mg L<sup>-1</sup> o Quitomax® 500 mg L<sup>-1</sup>, concentraciones asociadas a las características de cada uno de los compuestos y que resultaron las más efectivas en un experimento anterior conducido en condiciones controladas (8). Una vez finalizada la aspersión, las semillas se mantuvieron en la oscuridad, a una temperatura ambiente de 26±1 °C y una humedad relativa del 70 % durante 24 horas. Pasado ese tiempo, todas las semillas, tratadas o no, se inocularon con 1 x 10<sup>-3</sup> L de Azofert®, a una concentración de 5,4 x 10<sup>8</sup> UFC mL<sup>-1</sup>.

Posteriormente, las semillas inoculadas fueron sembradas en macetas plásticas de 10 L de capacidad (cinco semillas por maceta y 10 macetas por tratamiento), que contenían suelo Ferralítico Rojo Lixiviado agrogénico éutrico (9). A cada maceta, en el momento de la siembra, se le adicionó 2,78 g de fórmula completa (NPK, 9-13-17), que representa el 25 % de la dosis de 400 kg ha<sup>-1</sup> (10). Los tratamientos quedaron entonces conformados de la forma siguiente:

T1- Control

T2- Quitomax® 500 mg L<sup>-1</sup>

T3- Biobras-16® 0,05 mg L<sup>-1</sup>

Las plantas crecieron en condiciones abiertas, donde la temperatura media promedio en el período experimental fue de 21,8 °C y la humedad relativa

de 79,7 %, según los datos aportados por la Estación Meteorológica de Tapaste, Mayabeque, situada aproximadamente a 500 m del área donde se ejecutó el experimento. Las plantas se regaron diariamente.

A los 42 días después de la siembra, se realizaron las siguientes evaluaciones a diez plantas por tratamiento: longitud de las raíces y del tallo (evaluadas con una regla graduada y expresadas en cm), masas secas de raíces, hojas y tallos (materiales secados en estufa a 70 °C hasta peso constante que se determinó en una balanza analítica Sartorius con 0,0001 g de precisión y expresadas en mg planta<sup>-1</sup>) y área foliar total por planta (cm<sup>2</sup>) evaluada mediante un Integrador de superficie foliar modelo MS 300. Se seleccionó, además, en horas de la mañana, el haz de la tercera hoja trifoliada de cada planta para estimar las clorofilas totales mediante la utilización del equipo SPAD-502.

Se tomaron también, tres muestras de hojas de 0,25 g cada una, por tratamiento y se determinaron las concentraciones de carbohidratos solubles totales (mg g<sup>-1</sup> masa fresca) y de proteínas solubles totales (µg g<sup>-1</sup> masa fresca) mediante las técnicas de antrona (11) y microLowry (12), respectivamente. A cada muestra se le realizaron dos lecturas (n=6) en un espectrofotómetro UV-visible Genesys-6.

Los datos fueron procesados por análisis de varianza de clasificación simple según el programa STATGRAPHICS Plus 5.1. Se utilizó el test de comparación de rangos múltiples de Duncan para p ≤ 0,05, con el objetivo de discriminar diferencias entre las medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se muestran los resultados del comportamiento de la longitud de tallos y raíces, la masa seca de tallos, hojas y raíces; así como el área foliar de las plántulas de frijol cv. Cuba C- 25-9-N.

Como se puede apreciar en la tabla I, los bioestimulantes estudiados no influyeron significativamente en el crecimiento radical de las plantas de frijol cv. Cuba C-25-9-N, 42 días después de la siembra.

Existen autores que han demostrado el efecto positivo de los brasinoesteroides en el crecimiento de las raíces de algunas especies vegetales (13), pero también se ha informado que estos compuestos pueden inhibir el crecimiento de este órgano en posturas de trigo, frijol mungo y maíz (14). Esta aparente contradicción puede estar asociada a la forma en que se aplica el producto, ya que se plantea que la inhibición del crecimiento de las raíces puede ocurrir cuando los brasinoesteroides se aplican directa y continuamente a las raíces (15). En este trabajo, el Biobras-16® se asperjó a las semillas antes de efectuar la siembra.

**Tabla I. Efecto de la aspersión a las semillas con QuitoMax® o Biobras-16® en algunos indicadores del crecimiento en plantas jóvenes de frijol cv. Cuba C-25-9N biofertilizadas con Azofert® y con una dosis baja de fertilizante mineral, 42 días después de la siembra**

Tratamientos	Longitud (cm)		Masa seca (g planta <sup>-1</sup> )			Área foliar de las plantas (cm <sup>2</sup> )
	Tallos	Raíces	Tallos	Hojas	Raíces	
Control	28,4	36,2	1,91 b	2,60 b	1,76	1 013,2 b
Quitomax® 500 mg L <sup>-1</sup>	28,5	44,4	2,59 ab	2,71 b	2,08	1 367,8 ab
Biobras-16® 0,05 mg L <sup>-1</sup>	27,4	43,0	2,81 a	4,47 a	2,17	1 633,8 a
E,S,x	1,37 NS	4,53 NS	0,24*	0,19*	0,21 NS	112,2*

NS, \* significan no diferencia significativa y diferencia a  $p \leq 0,05$  según análisis de varianza, respectivamente. Letras iguales significan medias que no difieren significativamente según prueba de rangos múltiples de Duncan a  $p \leq 0,05$

Por otra parte, se ha encontrado que el recubrimiento de semillas de trigo con quitosana estimuló la germinación y algunos indicadores del crecimiento como la masa fresca y la longitud de las raíces (16); sin embargo, en este trabajo la concentración empleada no estimuló el crecimiento de las raíces.

De esto se infiere, que no hay una respuesta consistente del crecimiento radical a la aplicación de Biobras-16® y QuitoMax®, por lo que se hace necesario continuar profundizando en los efectos que estos productos ejercen en el crecimiento de este órgano de las plantas de frijol.

Sin embargo, la aspersión a las semillas con Biobras-16® estimuló significativamente la masa seca de la parte aérea de las plantas (Tabla I). Estudios realizados por otros autores (17) han demostrado que la utilización de la 24-epibrasinólida en el cultivo de frijol gandul (*Cajanus Cajan (L) Mill*), incrementó la masa fresca y seca de la planta, el área foliar, el contenido de agua de las hojas y las raíces, así como los pigmentos fotosintéticos, la concentración de azúcar, la tasa de fotosíntesis y la eficiencia del uso del agua.

Al aplicar foliarmente 28-homobrasinólida  $10^{-6}$  M a plantas de la especie *Satureja khuzestanica Jamzad*, se favoreció la biomasa foliar y la fotosíntesis. La promoción del crecimiento también se asoció con un mayor contenido de clorofilas y una mayor acumulación de carbohidratos (18).

Uno de los primeros bioensayos utilizados para determinar la actividad biológica de los brasinoesteroides fue el bioensayo del segundo entrenudo del frijol (19), en el cual con la aplicación de estos compuestos no sólo se demostró elongación, sino además curvatura, engrosamiento y desdoblamiento del entrenudo. De ahí, que pueda explicarse la estimulación en la masa seca de los tallos que se observó con la aplicación del Biobras-16®.

En cuanto al área foliar de las plantas, se puede apreciar que la aspersión a las semillas con Biobras-16® incrementó también esta variable.

Estos resultados confirman los obtenidos anteriormente (20), donde se demostró que la aspersión a las semillas de frijol cv. Bronco con epibrasinólida (EBL) ( $5 \times 10^{-6}$  M), incrementó significativamente el área foliar por planta, así como la masa seca de las hojas.

Con relación al QuitoMax®, no se encontró una estimulación estadísticamente significativa de este producto en el crecimiento de la parte aérea de las plantas a los 42 días después de la siembra; lo cual puede estar asociado a la concentración y forma de aplicación utilizadas en este experimento.

Como se puede observar en la Tabla II, las clorofilas totales en las hojas estimadas con el Spad-502, a los 42 días después de la siembra, mostraron valores similares en todos los tratamientos evaluados, lo que indica que los bioestimulantes no influyeron en los niveles de clorofilas que presentaron las hojas de las plantas de frijol de este cultivar.

En la literatura internacional hay evidencias del efecto positivo que ejercen la 24-epibrasinólida a  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$  (21) y oligómeros de quitosana a  $60 \text{ mg L}^{-1}$  (22) en la concentración de pigmentos en las hojas de plantas de pimiento y café, respectivamente. No obstante, otros autores han informado que oligosacáridos de quitosana no modificaron las concentraciones de clorofilas a, b y de carotenoides en las hojas de plantas de frijol (23) y que la aspersión foliar con 24-epibrasinólida  $10^{-7}$  M y  $10^{-12}$  M no modificó la concentración de clorofilas totales en las hojas de plantas de soya y maíz, respectivamente (24,25).

La concentración de carbohidratos solubles totales de las hojas se favoreció significativamente con la aspersión a las semillas de QuitoMax® y Biobras-16® (Tabla II). Se debe significar que el QuitoMax® aún cuando no estimuló significativamente los indicadores de crecimiento área foliar y masa seca de las hojas, sí estimuló la concentración de carbohidratos solubles totales en las hojas. Por su parte, el Biobras-16®, estimuló significativamente la concentración de carbohidratos solubles totales, efecto similar al encontrado en el área foliar y la masa seca de las hojas.

**Tabla II. Contenido de clorofilas totales, carbohidratos y proteínas solubles totales en las hojas de plantas de frijol, cv Cuba C-25-9-N, cuyas semillas fueron asperjadas con QuitoMax® o Biobras-16® previo a la siembra**

Tratamientos	Clorofilas Totales (unidades Spad)	Carbohidratos solubles totales (mg g <sup>-1</sup> MF)	Proteínas solubles totales (μg g <sup>-1</sup> MF)
Control	37,24	3,01 b	40,36
QuitoMax® 500 mg L <sup>-1</sup>	35,74	3,92 a	40,45
Biobras-16® 0,05 mg L <sup>-1</sup>	35,67	4,23 a	41,31
E,S,x	1,47 NS	0,146*	1,05 NS

NS, \* significan no diferencia significativa y diferencia a  $p \leq 0,05$  según análisis de varianza, respectivamente. Letras iguales significan medias que no difieren significativamente según prueba de rangos múltiples de Duncan a  $p \leq 0,05$

Este resultado del Biobras-16® es de gran importancia, ya que, a pesar de que este producto no ejerció influencia en las clorofilas totales de las hojas, las plantas contaron con una mayor área foliar y una mayor concentración de carbohidratos solubles totales, lo que implicaría un mayor contenido de carbohidratos solubles en las hojas. Este efecto pudiera favorecer el transporte de estos hacia la formación y crecimiento de los granos, repercutiendo de esta forma en el rendimiento del cultivo.

La concentración de proteínas solubles totales no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores oscilaron entre 40 y 41  $\mu\text{g g}^{-1}$  masa fresca.

Se conoce que los brasinoesteroides estimulan la concentración de carbohidratos y proteínas en las plantas. Estudios realizados en el cultivo de la vid (*Vitis vinifera* L.) demostraron que la aplicación exógena de 24-epibrasinólida aumentó considerablemente el contenido de azúcares solubles en los frutos, pero disminuyó en la corteza (26). Los brasinoesteroides intervienen en varios procesos fisiológicos en plantas, incluyendo el metabolismo de los carbohidratos.

De esta forma, se ha podido constatar que la aspersión foliar de 24-epibrasinólida o de 28-homobrasinólida, a los 20, 35 y 50 días después de la siembra, estimuló la concentración de proteínas solubles, de azúcares reductores y de almidón en los bulbos de rábano (27). Sin embargo, se ha informado que el tratamiento a las plantas de dos cultivares de trigo con 0,05 mg L<sup>-1</sup> de EBL incrementó significativamente el contenido de proteínas de los granos en una variedad (Sids 1); mientras que en la otra (Giza 168) no ejerció influencia alguna.

Esto sugiere que diferentes variedades de una misma especie no responden de igual forma al tratamiento con brasinoesteroides (28).

En cuanto a la quitosana, se han realizado inmersiones de semillas de tomate en soluciones de diferentes concentraciones de quitosana (0,1; 1,0; 2,5 y 10,0 g L<sup>-1</sup>) y se ha encontrado que, 17 días después de la siembra, todas las concentraciones de quitosana evaluadas disminuyeron significativamente el nivel de proteínas solubles totales en las hojas; sin embargo, a los 24 días, las concentraciones extremas (0,1 y 10,0 g L<sup>-1</sup>) del producto estimularon la concentración de proteínas, mientras que las concentraciones intermedias (1,0 y 2,5 g L<sup>-1</sup>) la inhibieron. Estos autores señalaron que la inhibición de la concentración de proteínas inducida por la quitosana puede deberse a la inducción de la síntesis de compuestos relacionados con los mecanismos defensivos (29).

## CONCLUSIONES

La aspersión a las semillas con Biobras-16® 0,05 mg L<sup>-1</sup> estimuló el crecimiento aéreo (longitud del tallo, masa seca de tallos y hojas y área foliar) y la concentración de azúcares solubles totales de las hojas de las plantas de frijol cv. Cuba C-25-9-N, 42 días después de la siembra. La influencia positiva de este bioestimulante en el área foliar y la concentración de carbohidratos solubles totales en las hojas en este momento del crecimiento, pudiera repercutir, posteriormente, en la formación y crecimiento de los granos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. FAO. Panorama Agroalimentario Frijol 2015 [Internet]. 2015. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61950/Panorama\\_Agroalimentario\\_Frijol\\_2015](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61950/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2015)
2. Rivera Espinosa R, Sánchez F, R L, Calderón Puig Especialista A, Cárdenas M, V J, *et al*. La efectividad del biofertilizante ecomic® en el cultivo de la yuca. resultados de las campañas de extensiones con productores. Cultivos Tropicales. 2012;33(1):5-10.
3. Pérez YL, Barrera YP. Efecto de la aplicación del bioestimulante fitomas-e en tres etapas de desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Desarrollo local Sostenible. 2014;7(20):1-10.
4. Abu-Muriefah SS. Effect of chitosan on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under water stress conditions. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science. 2013;3(6):192-9.
5. Van N, Thi T. Application of chitosan solutions for rice production in Vietnam. African Journal of Biotechnology [Internet]. 2013 [citado 13 de febrero de 2018];12(4). Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/126413>

6. Falcón A, Costales D, González-Peña D, Nápoles MC. Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(1):111-29.
7. Núñez Vázquez M de la C. Análogos de brasinoesteroides, nuevos productos para la agricultura [Internet]. Saarbrücken: Editorial Académica Española; 2013 [citado 13 de febrero de 2018]. 55 p. Disponible en: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-201312147447>
8. Martínez L, Reyes Y, Falcón A, Nápoles MC, Núñez M. Efecto de productos bioactivos en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizadas. *Cultivos Tropicales*. 2016;37(3):165-71. doi:10.13140/RG.2.1.1077.0165
9. Hernández JA, Pérez JJM, Bosch ID, Castro SN. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015. 93 p.
10. Faure AB, Benítez GR, Rodríguez AE, Grande MO, Torres MM, Pérez RP. Guía técnica para la producción de frijol común y maíz. 1.a ed. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical; 2014. 22 p.
11. Leyva A, Quintana A, Sánchez M, Rodríguez EN, Cremata J, Sánchez JC. Rapid and sensitive anthrone-sulfuric acid assay in microplate format to quantify carbohydrate in biopharmaceutical products: Method development and validation. *Biologicals*. 2008;36(2):134-41. doi:10.1016/j.biologicals.2007.09.001
12. Wei Z, Li J. Brassinosteroids Regulate Root Growth, Development, and Symbiosis. *Plant Hormones*. 2016;9(1):86-100. doi:10.1016/j.molp.2015.12.003
13. Rönsch H, Adam G, Matschke J, Schachler G. Influence of (22S,23S)-homobrassinolide on rooting capacity and survival of adult Norway spruce cuttings. *Tree Physiology*. 1993;12(1):71-80. doi:10.1093/treephys/12.1.71
14. Roddick JG, Ikekawa N. Modification of root and shoot development in monocotyledon and dicotyledon seedlings by 24-epibrassinolide. *Journal of Plant Physiology*. 1992;140(1):70-4. doi:10.1016/S0176-1617(11)81060-6
15. Roddick JG, Guan M. Brassinosteroids and Root Development. En: Cutler HG, Yokota T, Adam G, editores. *Brassinosteroids* [Internet]. Washington, DC: American Chemical Society; 1991 [citado 14 de febrero de 2018]. p. 231-45. doi:10.1021/bk-1991-0474.ch020
16. Zeng D, Luo X. Physiological effects of chitosan coating on wheat growth and activities of protective enzyme with drought tolerance. *Open Journal of Soil Science*. 2012;02(03):282-8. doi:10.4236/ojss.2012.23034
17. Dalio RJD, Pinheiro HP, Sodek L, Haddad CRB. The effect of 24-epibrassinolide and clotrimazole on the adaptation of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. to salinity. *Acta Physiologicae Plantarum*. 2011;33(5):1887-96. doi:10.1007/s11738-011-0732-x
18. Eskandari M, Eskandari A. Effects of 28-homobrassinolide on growth, photosynthesis and essential oil content of *Satureja khuzestanica*. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*. 2013;5(3):36-41. doi:10.5897/IJPPB11.064
19. Mandava NB. Plant growth-promoting brassinosteroids. *Annual review of plant physiology and plant molecular biology*. 1988;39(1):23-52. doi:10.1146/annurev.pp.39.060188.000323
20. Rady MM. Effect of 24-epibrassinolide on growth, yield, antioxidant system and cadmium content of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants under salinity and cadmium stress. *Scientia Horticulturae*. 2011;129(2):232-7. doi:10.1016/j.scienta.2011.03.035
21. Houimli SIM, Denden M, Mouhandes BD. Effects of 24-epibrassinolide on growth, chlorophyll, electrolyte leakage and proline by pepper plants under NaCl-stress. *EurAsian Journal of Biosciences*. 2010;4(104):96-104. doi:10.5053/ejobios.2010.4.0.12
22. Dzung NA, Khanh VTP, Dzung TT. Research on impact of chitosan oligomers on biophysical characteristics, growth, development and drought resistance of coffee. *Advances in chitin/chitosan science and their applications*. 2011;84(2):751-5. doi:10.1016/j.carbpol.2010.07.066
23. Chatelain PG, Pintado M, Vasconcelos MW. Evaluation of chitoooligosaccharide application on mineral accumulation and plant growth in *Phaseolus vulgaris*. *Plant Science*. 2014;215-216:134-40. doi:10.1016/j.plantsci.2013.11.009
24. SE, . KK, . MG. The Effect of Epibrassinosteroid and Different Bands of Ultraviolet Radiation on the Pigments Content in *Glycine max* L. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2006;9(2):231-7. doi:10.3923/pjbs.2006.231.237
25. Kočová M, Rothová O, Holá D, Kvasnica M, Kohout L. The effects of brassinosteroids on photosynthetic parameters in leaves of two field-grown maize inbred lines and their F1 hybrid. *Biologia Plantarum*. 2010;54(4):785-8. doi:10.1007/s10535-010-0143-7
26. Xu F, Xi Z, Zhang H, Zhang C, Zhang Z. Brassinosteroids are involved in controlling sugar unloading in *Vitis vinifera* 'Cabernet Sauvignon' berries during véraison. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2015;94:197-208. doi:10.1016/j.plaphy.2015.06.005
27. Vardhini B, Sujatha E, Ram S. Studies on the effect of brassinosteroids on the qualitative changes in the storage roots of radish. *Bulgarian J. Agric. Sci*. 2012;18(1):63-9.
28. Talaat NB, Shawky BT. 24-Epibrassinolide ameliorates the saline stress and improves the productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environmental and Experimental Botany*. 2012;82:80-8. doi:10.1016/j.envexpbot.2012.03.009
29. González Peña D, Costales D, Falcón AB. Influencia de un polímero de quitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*. 2014;35(1):35-42.

Recibido: 26 de abril de 2017

Aceptado: 5 de diciembre de 2017