

BIOBRAS-16 Y SU INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL ARROZ

Miriam Núñez, Lázaro Maqueira, Lisbel Martínez, Yanelis Reyes y Ricardo Polón

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba. E-mail: mnunez@inca.edu.cu

Introducción

El arroz (*Oryza sativa L.*), alimento básico en 39 países del mundo, proporciona aproximadamente del 30 al 59 % de la energía de la dieta humana. Es un alimento de alto valor energético que contiene gran cantidad de carbohidratos fundamentalmente almidón, seguido de agua, proteínas, pequeñas cantidades de lípidos y minerales (Matsuo et al., 1995, citado por Franco, 2005).

En Cuba, el consumo anual per cápita de este grano es alto, sin embargo, la producción nacional actual está lejos de cubrir la demanda interna. Por este motivo, uno de los propósitos de la agricultura cubana, hoy, es incrementar la producción arrocera y de esta forma, disminuir las importaciones anuales que hace el país de este alimento básico para la población.

El Biobras-16 es una formulación que tiene como ingrediente activo un análogo espirostánico de brasinoesteroides y se ha demostrado que la misma actúa como estimuladora de los rendimientos en diferentes cultivos, cuando se realizan aspersiones foliares con dosis muy bajas ($10-50 \text{ mgha}^{-1}$) en determinados momentos del ciclo vegetativo (Núñez et al., 2003).

En el cultivo del arroz, Díaz et al. (2003) informaron que las aspersiones foliares con una dosis total de 20 mgha^{-1} en la variedad INCA LP-2 en los momentos de inicio de paniculación y llenado del grano resultaron más efectivas que las aspersiones en ahijamiento activo e inicio de paniculación para estimular el rendimiento de estas plantas. Posteriormente, estos resultados fueron confirmados en áreas arroceras de pequeños agricultores de la provincia de Pinar del Río (Morejón et al., 2007).

Teniendo en cuenta estos antecedentes y conociendo la necesidad que existe de buscar alternativas en la producción encaminadas a elevar los rendimientos agrícolas de este cultivo, se decidió acometer el siguiente trabajo cuyo objetivo fundamental fue estudiar la influencia de la aplicación del Biobras-16 en el rendimiento del cultivo del arroz en condiciones de producción, así como evaluar las potencialidades de esta formulación cuando las plantas se cultivan en suelos afectados por la salinidad.

Materiales y métodos

Los experimentos se ejecutaron en áreas del C.A.I. Arrocero “Los Palacios”, provincia Pinar del Río y en la Estación Experimental de Arroz del INCA ubicada en ese municipio. Durante la campaña de frío 2008-2009, se seleccionaron áreas en las Granjas López Peña, Cubanacán y Sierra Maestra, pertenecientes al CAI Arrocero, las cuales tenían sembradas la variedad INCA LP-5. Las aspersiones foliares de BIOBRAS-16, BB-16, (formulación producida por el Centro de Estudios de Productos Naturales de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana, que tiene como ingrediente activo un análogo polihidroxilado espirostánico de brasinoesteroide de fórmula global $C_{27}H_{42}O_5$) a las plantas de arroz se realizaron a áreas de 150 m^2 en las fases de ahijamiento activo e inicio de floración, dejando un área similar como tratamiento control. En cada aspersión, que se efectuó de forma manual con una mochila de 16 litros de capacidad, se utilizó una dosis del producto equivalente a 10 mgha^{-1} . En el momento de la cosecha, los indicadores evaluados fueron: número de hijos fértiles (cuatro muestras de 0.25 m^2 cada una),

número de granos llenos por panícula (cuatro muestras de 25 panículas cada una) y la estimación del rendimiento al 14% de humedad (cuatro muestras al azar de 1 m² cada una). En la primavera 2009, se ejecutó un experimento similar en la Estación Experimental de Arroz con la variedad J-104 cultivada en suelo salino. Para esto se trasplantaron posturas (cuatro hileras y 9 plantas por hilera) a cada una de las seis secciones de la canaleta. En los momentos de inicio de la paniculación y llenado del grano, se asperjaron todas las plantas de tres secciones (cada sección se considera una réplica) con una dosis equivalente a 10 mg ha⁻¹ en cada aspersión, dejando las otras tres como tratamiento control. Las evaluaciones realizadas fueron: masa seca foliar para lo cual se tomaron 10 hojas banderas por réplica en la fase lechosa de llenado del grano y en el momento de la cosecha se evaluaron el número de hijos fértiles por m² (0.25 m² por réplica), la masa fresca de las panículas (10 por réplica), los granos llenos, los granos vanos y el número de granos afectados por la enfermedad de la mancha del grano en 10 panículas por réplica. Además, se estimó el rendimiento al 14% de humedad. Todos los datos se procesaron mediante el cálculo de las medias y los intervalos de confianza a $p \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la influencia de la aplicación del BIOBRAS-16 en el número de hijos fértiles y en los granos llenos por panícula en cada una de las granjas donde se aplicó la formulación. Como se puede apreciar, el BB-16 estimuló ambos indicadores, siendo el efecto sobre los hijos fértiles un poco más acentuado que sobre los granos llenos por panícula. Hay que destacar como en el área seleccionada en la granja López Peña los hijos fértiles fueron inferiores a los de las otras dos áreas, lo cual pudiera estar asociado con que este suelo está afectado por la salinidad, aunque no se realizaron los análisis químicos para verificarlo.

Tabla 1. Influencia de la aspersión foliar con BIOBRAS-16 en algunos componentes del rendimiento de las plantas de arroz cultivadas en diferentes áreas del C.A.I. Arrocero “Los Palacios”

Granjas	Tratamientos	Hijos fértiles/m ²	% de incremento	Granos llenos/panícula	% de incremento
López Peña	Control	352 ± 25		77.5 ± 3.6	
	BB-16	427 ± 13	21.3	90.0 ± 1.4	16.1
Sierra Maestra	Control	452 ± 5		74.5 ± 1.3	
	BB-16	575 ± 5	27.3	86.5 ± 1.3	16.1
Cubanacán	Control	436 ± 5		83.8 ± 1.7	
	BB-16	553 ± 32	26.8	97.3 ± 1.5	16.1

Los resultados de los estimados del rendimiento en cada una de las áreas se presentan en la Figura 1. Hubo un incremento significativo en el rendimiento, en todas las áreas de las granjas donde se ejecutó el experimento, que osciló entre 0.6 y 1.36 t.ha⁻¹. Se puede apreciar que el menor incremento se encontró en el área seleccionada de la Granja López Peña, cuyo suelo se planteó con anterioridad está afectado por la salinidad, lo que sugiere que en estas condiciones de estrés, es posible se necesite probar otras dosis y otros momentos de aplicación que sean más efectivos.

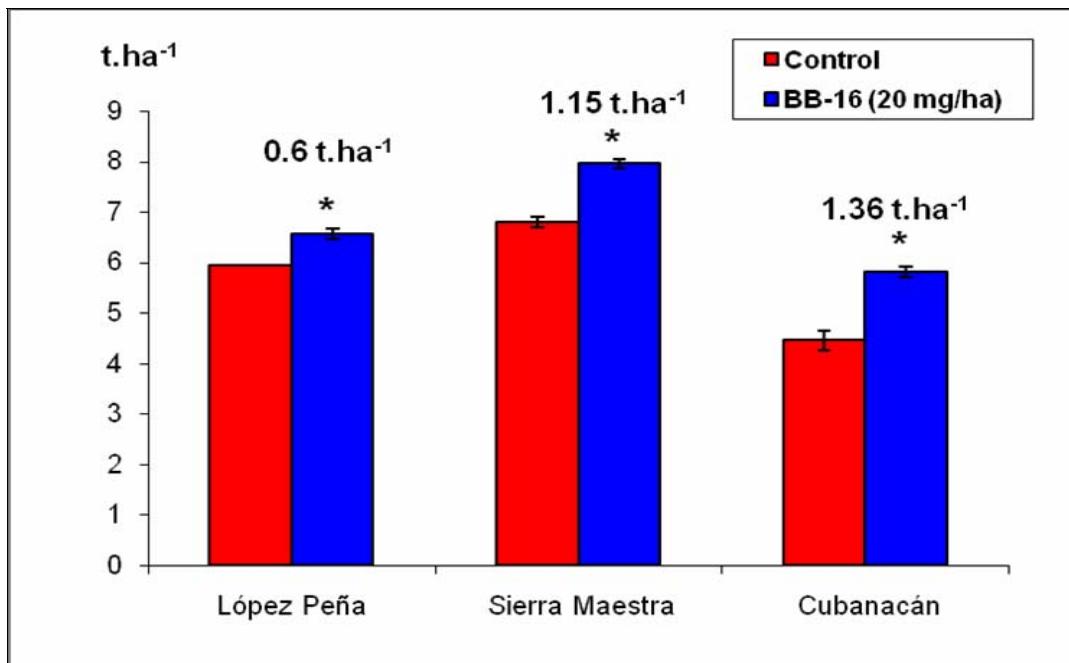


Fig. 1. Efecto de las aspersiones foliares con BB-16 en el rendimiento estimado de plantas de arroz variedad INCA LP-5 crecidas en diferentes áreas del C.A.I. Arrocero “Los Palacios”.

Los resultados de la influencia del BB-16 en el crecimiento y algunos componentes del rendimiento de las plantas de arroz var. J-104, cultivadas en suelo salino, se presentan en la Tabla 2. Se aprecia la estimulación en la masa seca de las hojas banderas que indujo las aspersiones foliares del producto, de lo que se puede inferir que hubo una mayor asimilación de CO₂ en estas plantas y por ende, una mayor actividad fotosintética.

Tabla 2. Influencia de la aspersión foliar con BB-16 en el crecimiento y algunos componentes del rendimiento de las plantas de arroz variedad J-104 cultivadas en suelo salino

Tratamientos	Masa seca foliar (g)	Masa fresca de panículas (g)	Número de hijos fértiles/m ²	Granos llenos/panícula	Granos vanos/panícula
Control	2.4 ± 0.0	33.3 ± 0.7	371 ± 7	101 ± 8.8	43 ± 5.6
BB-16	2.9 ± 0.1*	37.3 ± 2.8*	381 ± 3	127 ± 5.7*	29 ± 1.3*

En la Figura 2 se puede observar el efecto de las dos aspersiones foliares con BB-16 en el rendimiento estimado de las plantas y en el número de granos afectados con la enfermedad del manchado del grano. Se confirma la potencialidad de este producto como estimulador del rendimiento de este cultivo, aún cuando las plantas sean cultivadas en condiciones salinas y además se evidencia su influencia en la reducción de granos afectados con la enfermedad del manchado del grano, lo cual lógicamente incrementa la calidad del mismo. Hay que destacar que en este experimento las aspersiones foliares se realizaron en la fase reproductiva del cultivo, por lo que sería muy útil estudiar el efecto que las aspersiones foliares provocarían en etapas más tempranas del desarrollo, pues se conoce el efecto que la salinidad provoca en el crecimiento de los cultivos (González, 2001).

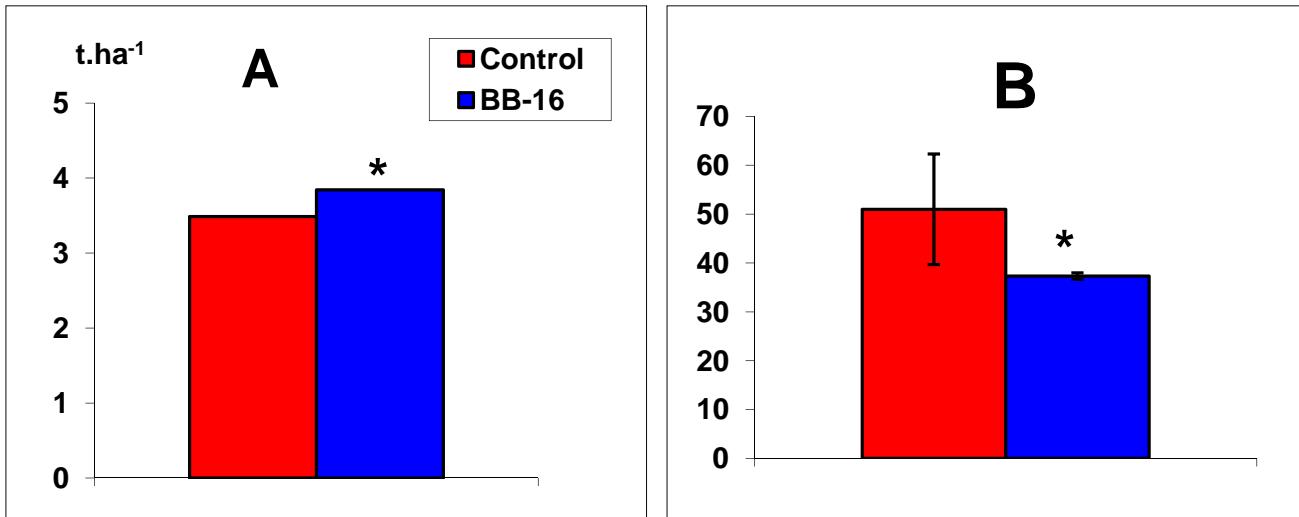


Figura 2. Influencia de las aspersiones foliares con BB-16 en el rendimiento (A) y en el número de granos de 10 panículas afectados por la enfermedad del manchado del grano (B).

El efecto del BB-16 en el número de hijos fértiles por m² y en el número de granos llenos por panícula de plantas de arroz ha sido informado con anterioridad por Díaz et al. (2003) en la variedad INCA LP-2 al ejecutar experimentos tanto en la campaña de frío como en la de primavera, aunque en la primera sólo hubo respuesta significativa para los hijos fértiles por m².

De todos es conocido, que en el cultivo del arroz, el llenado del grano depende del flujo de sacarosa y otros azúcares de los tallos y las hojas al embrión y el endospermo. Este flujo está determinado por la asimilación de CO₂ en las hojas, la carga de sacarosa y otros azúcares que pueda ser transportado por el floema y las actividades de las enzimas que convierten los azúcares en almidón en los granos (Wu et al., 2008). Por otra parte, la asimilación de CO₂ está determinada por la eficiencia del transporte electrónico en los centros de reacción fotosintética y por la velocidad de carboxilación de la Rubisco y se conoce que las aspersiones foliares con brasinoesteroides afectan ambos procesos (Fujii et al., 1991; Ramraj et al., 1997; Yu et al., 2004).

En este trabajo se evidenció que las aspersiones foliares con BB-16 estimuló la acumulación de masa seca de las hojas banderas, lo cual puede deberse a una mayor actividad fotosintética en las plantas asperjadas y también un mayor transporte de azúcares de las hojas a los granos, lo que explica la estimulación que se encontró en los granos llenos por panícula, según lo planteado por Ali et. al. (2008).

Por otra parte, se confirma la estimulación que en el rendimiento de las plantas de arroz induce la aspersión foliar con BB-16. Diaz et al. (2003) y Morejón et al. (2007) encontraron que dos aspersiones foliares de este producto a las plantas de arroz con dosis de 20 mgha⁻¹ incrementó los rendimientos agrícolas, independientemente de la variedad y de las condiciones de cultivo.

En la India, Ramraj et al. (1997) habían informado que las aspersiones foliares de 28-homobrasinólida en dosis que oscilan entre 0.25 y 1.0 g.ha⁻¹ estimularon los rendimientos en granos en los cultivos de trigo, arroz y mostaza.

Es interesante, además, destacar, la menor afectación que se encontró de la enfermedad de la mancha del grano en las plantas asperjadas. Nakashita et al. (2003) encontró que la brasinólida indujo resistencia en plantas de arroz a las enfermedades causadas por *Magnaporthe grisea* y *Xanthomonas oryzae*, lo que revela las potencialidades de estos compuestos de inducir tolerancia a estrés bióticos.

En cuanto al efecto de los brasinoesteroides en plantas sometidas a estrés salino, Bajguz y Hayat (2009) en la revisión que publicaron, plantearon que el tratamiento de semillas de arroz

con estos compuestos, revirtieron la inhibición inducida en la germinación y en el crecimiento de las plántulas. Estos compuestos, además, restablecieron los niveles de clorofillas e incrementaron la actividad de la enzima nitrato reductasa, enzima vital en el suministro de nitrógeno y en el crecimiento y productividad de las plantas, especialmente en cereales.

En cuanto al BIOBRAS-16, se ha informado que el tratamiento a las semillas, con determinadas concentraciones de este compuesto, revirtió parcialmente la inhibición que provoca la salinidad en el crecimiento inicial de las plántulas de dos genotipos de arroz (Núñez et al., 2007); sin embargo, no existe mucha información acerca de los efectos de la aspersión foliar con este producto en el crecimiento y rendimiento de estas plantas cultivadas en suelos afectados por salinidad. Esto sugiere la necesidad de continuar investigando en este sentido, teniendo en cuenta la necesidad que tiene el país de incrementar la producción de este cultivo y el incremento de las áreas afectadas por este tipo de estrés. .

Referencias

- 1-Ali, Q., Athar, H-ur-R., Ashraf, M. Modulation of growth, photosynthetic capacity and water relations in salt stressed wheat plants by exogenously applied 24-epibrassinolide. *Plant Growth Regul.* 56:107-116, 2008.
- 2-Bajguz, A., Hayat, S. Effect of brassinosteroids on the plant responses to environmental stresses (Review). *Plant Physiology and Biochemistry* 47: 1-8, 2009.
- 3-Díaz, S., Morejón, R., Núñez, M. Effects of BIOBRAS-16 on rice (*Oryza sativa L.*) yield and other characters. *Cult. Trop.* 24 (2): 35-40, 2003.
- 4-Franco, I. Efecto del análogo de brasinoesteroides Biobras 6 sobre el crecimiento y desarrollo en dos variedades de arroz (*Oryza sativa L.*). Tesis para optar por el título de Maestro en Biología Vegetal, mención Fisiología Vegetal. Facultad de Biología, U.H., 2005.
- 5-Fujii, S., Hirai, K., Saka, H. Growth-regulating action of brassinolide in rice plants. In: *Brassinosteroids. Chemistry, Bioactivity, and Application*, H.G. Cutler, T. Yokota, and G. Adam, eds (Washington, DC: American Chemical Society): 306–311, 1991.
- 6-González, L.M. Apuntes sobre la fisiología de las plantas cultivadas bajo estrés de salinidad (Reseña bibliográfica). *Cult. Trop.* 23 (4): 47-57, 2001.
- 7-Morejón, R., Díaz, S., Núñez, M. Uso del BIOBRAS-16 en áreas arroceras de pequeños productores de la provincia de Pinar del Río. *Cult. Trop.* 28 (2): 91-93, 2007.
- 8- Nakashita, H., Yasuda, M., Nitta, T., Asami, T., Fujioka, S., Arai, Y., Sekimata, K., Takatsuto, S., Yamaguchi, I., Yoshida, S. Brassinosteroid functions in a broad range of disease resistance in tobacco and rice. *The Plant Journal* 33: 887-898. 2003.
- 9- Núñez, M., Mazorra, L., Martínez, L., González, M.C., Robaina, C. Análogos de brasinoesteroides revierten parcialmente el impacto del estrés salino en el crecimiento inicial de dos genotipos de arroz (*Oryza sativa L.*). *Cult. Trop.* 28(2): 95-99.
- 10-Núñez, M., Robaina, C., Coll, F. Syntheses and practical applications of brassinosteroid analogs. Cap. 4. In: *Brassinosteroids: Bioactivity and Crop Productivity*. Ed. by S. Hayat and A. Ahmad. Kluwers Academic Publishers. 2003.
- 11- Ramraj, V.M., Vyas, B.N., Godrej, N.B., Mistry, K.B., Swami, B.N., Singh, N. Effects of 28-homobrassinolide on yields of wheat, rice, groundnut, mustard, potato and cotton. *J. Agric. Sci.* 128: 405–413, 1997.
- 12-Wu, Ch-Y., Trieu, A., Radhakrishnan, P., Kwok, S.F., Harris, S., Zhang, K., Wang, J., Wan, J., Zhai, H., Takatsuto, S., Matsumoto, S., Fujioka S., Feldmann, K.A., Pennell, R.I. Brassinosteroids Regulate Grain Filling in Rice. *The Plant Cell* 20: 2130–2145, 2008.
- 13-Yu, J.Q., Huang, L.F., Hu, W.H., Zhou, Y.H., Mao, W.H., Ye, S.F., Nogue's, S. A role for brassinosteroids in the regulation of photosynthesis in *Cucumis sativus*. *J. Exp. Bot.* 55: 1135–1143, 2004.