


Artículo original

Influencia de los bioestimulantes Biobras-16[®] y QuitoMax[®] en dos genotipos de arroz

Rogelio Morejón-Rivera^{1*} 

Sandra H. Díaz-Solís¹ 

Alfredo Miranda Castillo² 

¹Unidad Científico Tecnológica de Base “Los Palacios”, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Carretera La Francia km 1½, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. CP 22 900

²Entidad de Ciencia, Tecnología e Innovación “Sierra Maestra”. Cuba

* Autor para correspondencia: rogelio@inca.edu.cu

RESUMEN

El estudio se desarrolló en el municipio Los Palacios, con el objetivo de evaluar el efecto de los bioestimulantes Biobras-16[®] y QuitoMax[®], en el rendimiento y sus componentes de una línea avanzada de arroz y el cultivar comercial INCA LP-5, como estrategia para incrementar los rendimientos en estas condiciones edafoclimáticas. Se evaluaron los dos genotipos con los bioestimulantes de manera independiente y la combinación de ambos en dos etapas del cultivo, empleando dosis de 25 mg ha⁻¹ de Biobras-16[®] y 50 mg ha⁻¹ de QuitoMax[®]. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo bifactorial, con ocho tratamientos de tres réplicas cada uno y se evaluaron cinco caracteres cuantitativos. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis estadístico univariado. El rendimiento agrícola fue superior cuando los genotipos se trataron, confirmando las potencialidades del Biobras-16[®] y el QuitoMax[®] para ser utilizados como estimuladores de este carácter en el cultivo del arroz. Los mejores resultados se logran con las combinaciones de Línea 1 con QuitoMax[®] y la mezcla de Biobras-16[®] más QuitoMax[®] con este mismo genotipo.

Palabras clave: *Oryza sativa*, rendimiento, fincas

Recibido: 30/05/2020

Aceptado: 02/04/2021

INTRODUCCIÓN

La demanda de productos agrícolas espera un crecimiento significativo para el 2050 de alrededor de 70 %, según un cálculo realizado sobre la base de i) garantizar a todos los habitantes en esa fecha una dieta moderada y adecuada; ii) mantener el nivel de consumo en aquellos países con dietas más ricas y iii) limitar el uso de alimentos para biocombustibles. Las crecientes demandas deben ser satisfechas con incrementos proporcionales de la producción, pero atendiendo a la vez las necesidades de reducción del impacto ambiental asociado con la actividad agropecuaria ⁽¹⁾.

Una alternativa a esta problemática lo constituye la aplicación de bioestimulantes del crecimiento vegetal, aspecto de gran importancia dentro de las investigaciones científicas para la agricultura, por las implicaciones de carácter social, económico y medioambiental que aportan. Asimismo, constituye una estrategia priorizada para mejorar y preservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, elevar el potencial agroproductivo y sustituir importaciones ⁽²⁾.

En Cuba, QuitoMax[®], bioestimulante líquido a base de polímeros de quitosano, desarrollado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas y Biobras-16[®], análogo de brasinoesteroide, obtenido en la Universidad de la Habana, se encuentran entre los productos que han sido utilizados como estimuladores del rendimiento en varios cultivos ^(3,4). Estos productos no solo reducen los costos de producción del agricultor, sino que proporcionan un mayor respeto al medio ambiente y generan un valor añadido a los cultivos, eliminando residuos y produciendo alimentos saludables. Pueden complementar e incluso, en ocasiones, podrían sustituir o reducir el uso de fertilizantes ⁽⁵⁾.

Teniendo en cuenta lo antes señalado, el presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de Biobras-16[®] y QuitoMax[®], en el rendimiento y sus componentes de una línea avanzada de arroz y del cultivar comercial INCA LP-5.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Finca del productor Rodolfo Miranda, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Abel Santamaría”, del municipio Los Palacios, sobre un suelo Fluvisol ⁽⁶⁾.

El material vegetal estudiado lo constituyeron dos genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.), de ellos una nueva línea avanzada, obtenida mediante el método de hibridaciones (Línea 1) y el cultivar comercial INCA LP-5.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo bifactorial, un factor “Genotipo” compuesto por dos niveles y otro factor “Producto” con cuatro niveles, en total ocho tratamientos con tres réplicas. Los genotipos fueron trasplantados en el campo en parcelas de 2 metros de largo por 2 metros de ancho (4 m^2) a una distancia de 15 cm entre plántulas y 50 cm entre parcelas.

Las labores y atenciones fitotécnicas que se ejecutaron en el ensayo (preparación del suelo, semillero, trasplante, fertilización, riego y tratamientos fitosanitarios) se efectuaron, según lo que establece el Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz ⁽⁷⁾.

Se utilizaron dos bioestimulantes:

1. Biobras-16[®] (BB-16), tiene como ingrediente activo un análogo de brasinoesteroide, se produce en el Centro de Estudios de Productos Naturales de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana y se utilizó una formulación a una concentración de 1 mg mL^{-1} .
2. QuitoMax[®] (Q), formulación líquida a base de polímeros de quitosano, se produce en el Laboratorio de Productos Bioactivos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas y se utilizó una concentración de 4 g L^{-1} .

Los tratamientos incluyeron un testigo (sin aplicación), aplicaciones independientes de Biobras-16[®] y QuitoMax[®] y un cuarto tratamiento donde se combinaron ambos productos. Las aspersiones se hicieron manualmente, utilizando una mochila CareSpray de ocho litros de capacidad y con boquilla de cono a presión constante en el horario comprendido entre las 9 y 10 am, asperjándose el follaje hasta que el mismo estuvo bien humedecido. Las dosis empleadas fueron de 25 mg ha^{-1} y 50 mg ha^{-1} para Biobras-16[®] y QuitoMax[®], respectivamente, en las fases de inicio de paniculación y llenado del grano, para ambos bioestimulantes.

Durante el ciclo de desarrollo del cultivo se evaluaron cinco caracteres cuantitativos, utilizando las metodologías: Sistema de Evaluaciones Estándar para Arroz, Descriptores Varietales del CIAT y Formulario de Descripción Varietal para Arroz.

- Granos llenos por panícula, **Gll**.
- Granos vanos por panícula, **Gv**.
- Panícula por m^2 , **Pm²**.
- Masa de 1000 granos, **Mg** (g).
- Rendimiento agrícola, **R** (t ha^{-1}).

Las observaciones se realizaron en 10 plantas seleccionadas al azar en cada parcela. Las panículas por metro cuadrado se muestrearon una vez por parcela, en un marco de 0.25 m^2 .

Los restantes componentes (granos llenos/panícula y masa de 1000 granos) se determinaron en 20 panículas centrales tomadas al azar y el rendimiento agrícola del cultivo fue calculado en un área de 1 m².

Los datos obtenidos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) con arreglo bifactorial y se docimaron las medias con la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 %, utilizando el programa estadístico STATGRAPHICS Plus v.5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico mostró diferencias significativas para la interacción entre los factores estudiados en todos los caracteres a un nivel de significación del 95 % (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados del análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) para los componentes del rendimiento de genotipos de arroz sometidos a la aplicación de bioestimuladores

Tratamientos		Gll	Gv	Pm ²	Mg
Genotipos	Producto				
INCA LP-5	Testigo	131,45 f	14,30 a	477,50 e	29,10 b
Línea 1	Testigo	148,35 d	10,10 d	589,50 b	27,45 e
INCA LP-5	Biobras-16 [®]	171,80 a	9,50 e	545,00 c	29,95 a
Línea 1	Biobras-16 [®]	145,55 d	10,35 d	422,00 f	28,25 cd
INCA LP-5	QuitoMax [®]	156,05 b	11,30 c	523,50 d	29,99 a
Línea 1	QuitoMax [®]	151,95 c	8,94 f	585,50 b	28,05 d
INCA LP-5	BB-16+Q	141,00 e	6,40 g	543,00 c	29,55 b
Línea 1	BB-16+Q	148,90 d	12,81 b	610,00 a	28,51 c
Media General		149,38*	10,46*	537,00*	28,86*
Error Estándar		2,0003	1,0951	10,3879	0,1325
C. de Variación (%)		9,36	18,21	14,28	3,54

Medias con letras iguales no difieren entre sí (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, p≤0,05)

En el carácter cantidad de granos llenos por panícula las combinaciones con el mejor comportamiento son las conformadas por INCA LP-5 con Biobras-16[®], este mismo cultivar con QuitoMax[®] y Línea 1 con QuitoMax[®], en ese orden. INCA LP-5 tratada superó siempre al testigo. Otros autores también encontraron diferencias significativas respecto al testigo en los granos llenos por panícula cuando se aplicó el QuitoMax[®], incrementándose estos independientemente de los tratamientos utilizados ⁽³⁾. Asimismo, en investigaciones con el Biobras-16[®] se comprobó que los componentes del rendimiento que se favorecieron fueron diferentes, ya que, en la campaña de frío, este producto solamente incrementó de forma significativa el número de panículas por metro

cuadrado, mientras que, en la primavera, se incrementó, además del número de panículas por metro cuadrado, el número de granos llenos por panícula y la masa de 1000 granos. Esto pudiera ser la causa de los mayores incrementos en el rendimiento que se obtuvieron en la campaña de primavera, en comparación con la de frío ⁽⁸⁾. Además, resultados obtenidos en frijol y maíz demuestran el efecto positivo de Biobras-16[®] y QuitoMax[®] sobre el número de granos ^(2,9).

Para el carácter granos vanos por panícula las mejores combinaciones estuvieron dadas con INCA LP-5 al aplicarse el Biobras-16[®] más QuitoMax[®] y la Línea 1 cuando se usó QuitoMax[®]. Se conocen varias causas que inciden en el vaneo de los granos de arroz, las relacionadas con la sanidad vegetal (diferentes agentes causales, empleo de herbicidas hormonales en la etapa de fecundación y llenado del grano), pero además aparecen las agroquímicas (insuficiencia o exceso de nitrógeno, déficit de micronutrientes), genéticas (emersión no total de las panículas y capacidad de fecundación) y climáticas (humedad relativa, vientos fuertes y secos, la sequía y la temperatura). Por otra parte, se plantea que el uso de los bioestimulantes protege a las plantas frente a distintas situaciones de estrés, mejorar el cuajado de los frutos y granos o incrementar la calidad de las cosechas, lo cual pudiera explicar el comportamiento para este carácter ^(4,10,11).

En las panículas por metro cuadrado el mejor valor, estadísticamente, lo mostró la Línea 1 en combinación con Biobras-16[®] más QuitoMax[®]. Se plantea que las panículas por metro cuadrado es el componente más variable y ha sido la principal causa que ha limitado el rendimiento agrícola en las condiciones de Cuba. Sus valores están muy relacionados a la calidad de la preparación del suelo y la siembra, la norma de siembra, la capacidad de ahijamiento de los cultivares, el manejo del agua y la fertilización nitrogenada. Otros investigadores obtuvieron resultados similares cuando encontraron diferencias significativas en la aplicación del QuitoMax[®], obteniendo el número máximo de panículas en el tratamiento donde se aplicó el producto a la semilla y se le realizaron dos aspersiones foliares en diferentes momentos; mientras que el menor número de panículas se logró en los tratamientos en los que no se aplicó QuitoMax[®] ⁽³⁾. El mayor valor de la masa de 1000 granos lo mostró el cultivar INCA LP-5 cuando se le aplicó Biobras-16[®] o QuitoMax[®]. En estudios similares en arroz para este carácter fueron obtenidos semejantes resultados cuando aplicaron QuitoMax[®]. La masa de mil granos no es influenciada por el método de establecimiento del cultivo, pero sí por la

variedad. Este carácter es determinado durante el llenado del grano y requiere una alta radiación y buen abastecimiento de nutrientes ⁽¹²⁾. En otros estudios realizados en el cultivo del frijol, se informa que los tratamientos con Biobras-16[®] y QuitoMax[®] no modificaron la masa de 1000 granos ⁽⁴⁾.

La Figura 1 presenta los resultados del ANOVA para el carácter rendimiento y las mejores respuestas están en las combinaciones de Línea 1 con QuitoMax[®] y Línea 1 con Biobras-16[®] más QuitoMax[®]. La Línea 1 superó, en cualquiera de las mezclas con los bioestimulantes, al cultivar INCA LP-5, incluyendo el testigo. Este resultó ser el carácter con mayor coeficiente de variación, lo que pudiera atribuirse a la variabilidad entre los tratamientos. Otros autores plantean que, para alcanzar una alta producción de los componentes de rendimiento, algunos de los parámetros que se utilizan son: 250 a 300 panículas m²; 100 a 120 espiguillas/panícula; porcentaje de granos vanos no mayor a 20 y masa del grano de 25 a 30 g/1000 granos ⁽¹³⁾. En otras investigaciones donde se evaluó el efecto del Biobras-16[®] y el QuitoMax[®] sobre el rendimiento del arroz, se comprobó que ambos productos estimulan el rendimiento ^(3,8).

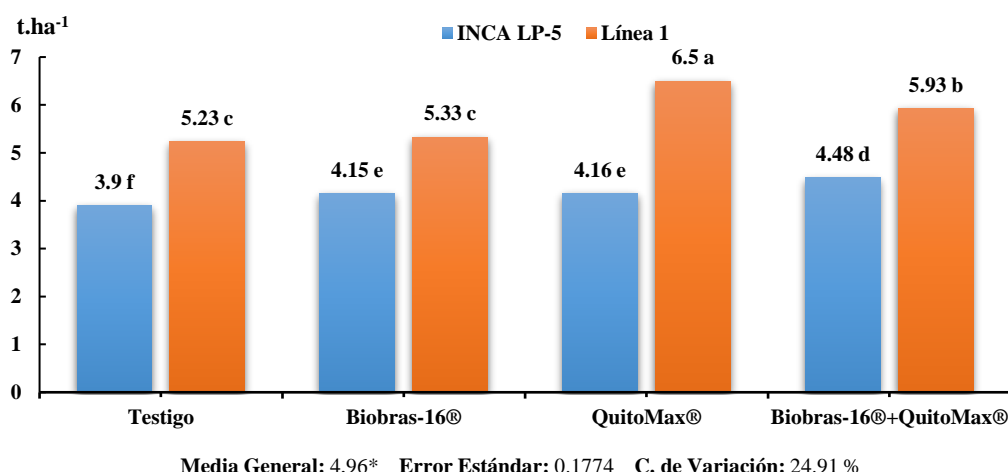


Figura 1. Resultados del Análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) para el rendimiento de genotipos de arroz sometidos a la aplicación de bioestimuladores

Se debe señalar que estos resultados se logran con solo dos aplicaciones de urea en lugar de las cinco que se recomiendan para esta época, lo que indica que los bioestimulantes jugaron un papel importante en la sustitución del fertilizante nitrogenado y, por tanto, hay un ahorro de recursos y se favorece la conservación del medio ambiente, coincidiendo con lo planteado por otros especialistas ⁽¹⁴⁾.

Estudios anteriores plantean que la aplicación de quitosana estimula los procesos fisiológicos en la planta e incrementa el tamaño de las células, lo cual favorece la

asimilación de nutrientes por la planta y aumenta su crecimiento y desarrollo, lo cual trae consigo un aumento de los rendimientos ⁽¹⁵⁾. Mientras que, en el caso de los análogos de brasinoesteroides, las investigaciones realizadas hasta la fecha han estado dirigidas a evaluar las respuestas del crecimiento y el rendimiento de las plantas a las aplicaciones de estos; quedando aún pendiente dilucidar los mecanismos fisiológicos, bioquímicos y moleculares que utilizan estos compuestos para ejercer sus efectos, lo cual permitiría determinar si ellos actúan de manera similar a los brasinoesteroides naturales o si utilizan otros mecanismos de acción ⁽⁸⁾. En otros países como Ecuador y para el cultivo del arroz, el empleo de activadores fisiológicos como BonActiv se presenta como alternativa al uso de fertilizantes convencionales, con las ventajas de que este producto estimula el desarrollo de las plantas, consumen poca energía, no contaminan el medio ambiente, incrementan la fertilidad del suelo y generan respuestas de acción elicitora ante fitopatógenos ⁽¹⁶⁾.

CONCLUSIONES

- El rendimiento agrícola es superior cuando los genotipos son tratados, confirmando las potencialidades del Biobras-16[®] y el QuitoMax[®] para ser utilizados como estimuladores del rendimiento en el cultivo del arroz.
- Los mejores resultados se logran con las combinaciones de Línea 1 con QuitoMax[®] y la mezcla de Biobras-16[®] más QuitoMax[®] con este mismo genotipo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andrade FH. Los desafíos de la agricultura [Internet]. International Plant Nutrition Institute; 2016. Available from: <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1806/los%20desafios%20de%20la%20agricultura.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Torres-Rodríguez JA, Reyes-Pérez JJ, González-Gómez LG, Jiménez-Pizarro M, Boicet-Fabre T, Enríquez-Acosta EA, et al. Respuesta agronómica de dos variedades de maíz blanco (*Zea mays* L.) a la aplicación de QuitoMax[®], AZOFERT Y ECOMIC. Biotecnia [Internet]. 2018;20(1):3–7. Available from: <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/522>
3. Rodríguez-Pedroso AT, Ramírez-Arrebato MÁ, Falcón-Rodríguez A, Bautista-Baños S, Ventura-Zapata E, Valle-Fernández Y. Efecto del Quitomax[®] en el

- rendimiento y sus componentes del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) var. INCA LP 5. Cultivos Tropicales [Internet]. 2017;38(4):156–9. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362017000400002&script=sci_arttext&tlng=pt
4. Martínez-González L, Maqueira-López L, Nápoles-García MC, Núñez-Vázquez M. Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Biofertilizados. Cultivos Tropicales [Internet]. 2017;38(2):113–8. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000200017
 5. Campocyl. Bioestimulantes; no basta con fertilizar [Internet]. 2018 [cited 12/08/2021]. Available from: <https://www.campocyl.es/category/sector/bioestimulantes-no-basta-con-solo-fertilizar/>
 6. Hernandez A, Pérez J, Bosch D, Castro N. Clasificación de los suelos de Cuba 2015 [Internet]. Cuba: EDICIONES INCA; 2015 [cited 12/08/2021]. 93 p. Available from: <https://isbn.cloud/9789597023777/clasificacion-de-los-suelos-de-cuba-2015/>
 7. MINAGRI. Instructivo Técnico Cultivo de Arroz [Internet]. Instituto de Investigaciones del Arroz: MINAGRI; 2014 [cited 12/08/2021]. 73 p. Available from: <https://isbn.cloud/9789597210863/instructivo-tecnico-cultivo-de-arroz/>
 8. Núñez Vázquez M, Reyes Guerrero Y, Rosabal Ayán L, Martínez González L. Análogos espirostánicos de brasinoesteroides y sus potencialidades de uso en la agricultura. Cultivos Tropicales [Internet]. 2014;35(2):34–42. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000200005
 9. Muñiz LL, Ramírez JG. Efecto de los bioestimulantes Biobras-16[®] y Quitomax[®] sobre el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad Delicias-364' en la agricultura suburbana de Aguada de Pasajeros. Revista Científica Agroecosistemas [Internet]. 2018;6(2):151–60. Available from: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/208>
 10. González Gómez LG, Jiménez Arteaga MC, Castillo Cruz D, Paz Martínez I, Cambara Rodríguez AY, Falcón Rodríguez A. Respuesta agronómica del pepino a la aplicación de QuitoMax[®] en condiciones de organoponía. Centro Agrícola [Internet]. 2018;45(3):27–31. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852018000300027&script=sci_arttext&tlng=en

11. Reyes Guerrero Y, Martínez González L, Núñez Vázquez M. Aspersión foliar con Biobras-16[®] estimula el crecimiento de plantas jóvenes de arroz (*Oryza sativa* L.) sometidas a tratamiento con NaCl. Cultivos Tropicales [Internet]. 2017;38(1):155–66. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000100020
12. Pinazo CM. Comparación de tres sistemas de trasplante manual de arroz (*Oryza sativa* L.), en el valle Jequetepeque [Internet]. [Tesis Ingeniero Agrónomo]. [Lima: Perú]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2017. 87 p. Available from: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2863/F01-P555-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
13. Juárez G. El Fósforo en la Fertilización del Arroz y otras Consideraciones para Optimizar su Rendimiento [Internet]. FISILOGÍA VEGETAL. 2018 [cited 12/08/2021]. Available from: <https://fisiologiavegetal.es/2018/05/el-fosforo-en-la-fertilizacion-del-arroz-y-otras-consideraciones-para-optimizar-su-rendimiento/>
14. Héctor-Ardisana E, Torres-García A, Fosado-Téllez O, Peñarrieta-Bravo S, Solórzano-Bravo J, Jarre-Mendoza V, et al. Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. Cultivos Tropicales [Internet]. 2020;41(4). Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000400002
15. Reyes RCR, Villaverde JF, Paneque OSG. Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) var. “Amalia.” Centro Agrícola [Internet]. 2013;40(2):79–84. Available from: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V40-Numero_2/cag162131921.pdf
16. Sánchez Marcos Luis. Evaluación de activadores fisiológicos sobre el desarrollo de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo condiciones de secano [Internet]. [Tesis de grado]. [Ecuador]: Universidad Técnica de Babahoyo; 2019. 69 p. Available from: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6108>