



Comunicación corta

EFECTO DEL QUITOMAX® EN EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES DEL CULTIVAR DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) VAR. INCA LP 5

Short communication

Effect of QuitoMax® on yield and its components of rice cultivar (*Oryza sativa* L.) var. INCA LP 5

Aida T. Rodríguez Pedroso^{1✉}, Miguel Á. Ramírez Arrebato¹, Alejandro Falcón Rodríguez², Silvia Bautista Baños³, Elsa Ventura Zapata³ y Yosleidy Valle Fernández¹

ABSTRACT. Chitosan is used in agriculture for its antifungal effect, lengthens the life of fruits and vegetables, it stimulates the growth of crops. Due to the need to increase crop yields in rice (*Oryza sativa* L.) this work was carried out with the objective of evaluating different times and forms of application of QuitoMax® in the final plant height and yield components in cultivar "INCA LP 5". This treatment was performed to the seed at a concentration of 1 g L⁻¹ and foliar spray at a dose of 360 mg L⁻¹ at two ages at 25 and 60 days after germination (dag). Statistical software STATGRAPHICS version 4.1 was used in the Windows environment to analyze the results. The best response of the cultivar was obtained when treating the seed and when they received the two foliar applications of QuitoMax®.

Key words: bioestimulant, glucosamine, chitosan, chitin

RESUMEN. La quitosana es utilizada en la agricultura por su efecto antifúngico, alarga la vida de anaquel de los frutos y vegetales, estimula el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Dada la necesidad de incrementar los rendimientos en el cultivo del arroz (*Oryza sativa*, L.) se realizó este trabajo con el objetivo de evaluar diferentes momentos y forma de aplicación del QuitoMax®, cuyo principio activo es la quitosana, en la altura final de la planta y componentes del rendimiento del cultivar INCA LP 5. Para ello, se realizó tratamiento a la semilla con una concentración de 1g L⁻¹ y aspersiones foliares a una dosis de 360 mg L⁻¹ en dos momentos a los 25 y 60 ddg. Para el análisis de los resultados se empleó el programa estadístico STATGRAPHICS versión 4.1 en ambiente Windows. La mejor respuesta del cultivar se obtuvo al tratar la semilla y cuando recibieron las dos aplicaciones foliares de QuitoMax®.

Palabras clave: bioestimulante, glucosamina, quitosano, quitina

INTRODUCCIÓN

En la agricultura actual se trabaja intensamente en la búsqueda de productos que permitan favorecer el crecimiento y el desarrollo de los cultivos, así como aumentar los rendimientos, además que los principios activos sean de origen natural, biodegradables y no causen daños al medio ambiente.

En este caso, se encuentra la quitosana derivado desacetilado de la quitina, el cual constituye un polisacárido ampliamente distribuido en la naturaleza como componente de la pared celular de algunos crustáceos y hongos (1). Es un copolímero lineal formado por unidades de glucosamina y en menor medida de N-acetil D-glucosamina unidos por enlaces β 1-4.

Este compuesto se ha empleado para la modificación de suelos, producción de películas biodegradables y de empaque antimicrobianos (2-4). También se ha comprobado su efecto como estimulador de la germinación y los rendimientos en diferentes cultivos (5-7).

¹ Unidad Científico Tecnológica de Base "Los Palacios", Km 1 ½ carretera La Francia, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700

³ Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI), México
✉ atania@inca.edu.cu

La quitosana tiene la capacidad de ser biodegradable, biocompatible no tóxica, con una amplia actividad antimicrobiana, donde actúa directamente sobre algunos patógenos al inhibir el crecimiento micelial de los mismos y proteger a las plantas del ataque de enfermedades, mediante la estimulación de los mecanismos de defensa, por lo que se considera un compuesto muy atractivo (8–11).

En el cultivo del arroz se ha comprobado que la quitosana en dependencia de sus características químicas y su concentración logra la estabilidad fisiológica de la semilla durante diez meses de almacenaje (12). También al aplicarse a la semilla, al suelo y foliarmente en diferentes momentos incrementa los rendimientos de la planta (13). En otras investigaciones se ha determinado el efecto en el control de enfermedades que afectan la calidad de la semilla (14).

En Cuba, desde hace algunos años se está utilizando este compuesto en diferentes cultivos con resultados alentadores (15–17). En el caso del arroz se han realizado numerosas investigaciones en cuanto al efecto directo de la quitosana sobre hongos que afectan a este cultivo y los mecanismos de defensa que son estimulados en la protección contra *Pyricularia grisea*, Sacc., el patógeno más importante de este cultivo.

Teniendo en cuenta lo antes señalado, el presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación foliar del QuitoMax®, en el crecimiento y rendimiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad Científica Tecnológica de Base Los Palacios en Pinar del Río perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicada en la llanura sur de la provincia Pinar del Río. El suelo sobre el cual se desarrollaron los mismos es clasificado como Hidromórfico Gley Nodular Petroférrico (18).

El experimento se desarrolló durante los meses de febrero a julio en los años: 2013, 2014 y 2015. Se utilizó el cultivar INCA LP 5 de ciclo corto, obtenido en Cuba (19), aplicando un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones en parcelas de 3 x 3 m. La densidad de siembra utilizada fue de 120 kg ha⁻¹ de semilla y el manejo agrotécnico se realizó según instructivo técnico para este cultivo (20).

El producto aplicado fue QuitoMax®, cuyo principio activo es quitosana, el cual es elaborado por el grupo de Productos Bioactivos perteneciente al departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Se aplicaron dos dosis 360 y 1 000 mg L⁻¹ en diferentes momentos.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

- 1- Semilla sin tratar
 - 2- Semillas tratadas con agua 15 min
 - 3- Semillas tratadas con Q 1 000 mg L⁻¹ 15 min
 - 4- Semillas tratadas con Q 1 000 mg L⁻¹ 15 min + 25 ddg (360 mg L⁻¹)
 - 5- Semillas tratadas con Q 1 000 mg L⁻¹ 15 min + 25 ddg (360 mg L⁻¹) + 60 ddg inicio de la floración (360 mg L⁻¹)
- ddg: días después de la germinación

Las evaluaciones realizadas fueron: altura final, cantidad de panículas/plantas, granos llenos/panículas, granos vanos/panículas, peso de 1 000 granos, incidencia de enfermedades y calidad industrial (% granos enteros).

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza de clasificación simple y se docimaron las medias por la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey (21) al 5 % de probabilidad del error y se empleó el programa estadístico STATGRAPHICS versión 5.1 en ambiente Windows (22).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de la planta no fue afectada por los tratamientos aplicados (Tabla I). Similares resultados fueron obtenidos en Tailandia (23), los cuales observaron que quitosanas de diferentes masas moleculares no afectan la altura de la planta de arroz. Sin embargo, otros científicos evaluaron el efecto de la quitosana en calabaza china (*Benincasa hispida*) cv. híbrido Dwarf No. 1 en la que encontraron que recubriendo la semilla con una dosis de 0,4-0,6 mg g⁻¹ y una aplicación foliar de 20-40 µg mL⁻¹ se incrementó la altura de la planta y el área foliar de este cultivo (24).

Tabla I. Efecto del QuitoMax® sobre la altura de las plantas del cultivar INCA LP 5

Tratamientos	Altura (cm)
Semilla sin tratar	98,2 ^{NS}
Semillas tratadas con agua 15 min	98,1 ^{NS}
Semillas tratadas con Q1000 mg L ⁻¹ 15 min	99,2 ^{NS}
Semillas tratadas con Q 1000 mg L ⁻¹ 15 min + 25 ddg (360 mg L ⁻¹)	99 ^{NS}
Semillas tratadas con Q 1000 mg L ⁻¹ 15 min + 25 ddg (360 mg L ⁻¹) + 65 ddg (360 mg L ⁻¹)	99,3 ^{NS}
EE±	1,5

^{NS} No existe diferencias significativas

En la Tabla II se muestra la respuesta de las variables que definen el rendimiento y sus componentes en el cultivo, donde el QuitoMax® tuvo influencia positiva sobre las mismas en el cultivar INCA LP 5 y el mejor tratamiento fue el 5.

Tabla II. Efecto de la aplicación de Quitomax® sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivar INCALP 5

Tratamientos	Cantidad de panículas.m ²	Granos llenos por panícula	Peso 1000 granos	Rendimiento t ha ⁻¹
1	340,3 ^c	68,8 ^c	27,9 ^c	4,80 ^c
2	340,1 ^c	69,1 ^c	27,23 ^c	4,88 ^d
3	342,7 ^b	76,45 ^b	28,05 ^b	4,95 ^c
4	342,4 ^b	76,85 ^b	28,09 ^b	5,0 ^b
5	344,1 ^a	80,75 ^a	28,83 ^a	5,2 ^a
EE ±	1,0 ^{***}	0,1 ^{***}	0,25 ^{***}	0,12 ^{***}

Letras distintas difieren significativamente $p \leq 0,05$

En cuanto la cantidad de panículas por m² que es uno de los componentes del rendimiento más importante se evidenció diferencias significativas. El número máximo de panículas fue obtenida en el tratamiento donde se aplicó el producto a la semilla y se le realizaron las dos aspersiones foliares en diferentes momentos; mientras que el menor número de panículas se logró en los tratamientos 1 y 2 en los que no se aplica QuitoMax®. En este sentido, algunos autores encontraron que el número de panículas en el cultivo del arroz se incrementó cuando se aplicó la solución de quitosana con agua a una razón de 0,4 g/50 cm³ (25).

Con la aplicación de QuitoMax® a la semilla y las dos aspersiones foliares en diferentes momentos (tratamiento 5) se obtienen la mayor cantidad de granos llenos, peso de 1 000 granos y rendimiento con diferencia significativa con respecto a los restantes tratamientos. Similares resultados fue observado por un grupo de investigadores (23), aplicando quitosana polimérica a una concentración de 20 ppm a la semilla de arroz pero con cuatro aspersiones foliares.

También en Vietnam se demostró que al aplicar quitosana a una dosis entre 10 y 15 ppm cada diez días hasta los 120 ddg en diferentes áreas arroceras se evidenció incremento en el crecimiento, rendimiento y la protección contra enfermedades de este cultivo (26).

Según estudios realizados por la aplicación de quitosana estimula los procesos fisiológicos en la planta e incrementa el tamaño de las células, lo cual hace más asimilable los nutrientes por la planta y aumenta su crecimiento y desarrollo, lo cual trae consigo un aumento de los rendimientos, estos autores sugieren dosis entre 300 y 600 mg ha⁻¹ para el empleo de la quitosana como bioestimulante (27).

Además, la quitosana ha demostrado tener efectos en la agricultura como fuente de carbono de microorganismos del suelo, acelera la transformación de materia orgánica a inorgánica y permite que el sistema radical de la planta absorba más nutrientes desde el suelo. También regula el sistema inmune de la planta, protege las plantas contra enfermedades antes y después de la cosecha. Influye en el incremento de microorganismos antagónicos y controles biológicos, así como el beneficio simbiótico interacción planta-microorganismo y la regulación del crecimiento y desarrollo.

CONCLUSIONES

La aplicación de QuitoMax® al cultivar de arroz INCALP 5 estimula el rendimiento en las condiciones edafoclimáticas del municipio Los Palacios en Pinar del Río.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sharp RG. A Review of the Applications of Chitin and Its Derivatives in Agriculture to Modify Plant-Microbial Interactions and Improve Crop Yields. *Agronomy*. 2013;3(4):757–93. doi:10.3390/agronomy3040757
2. Liu H, Du Y, Wang X, Sun L. Chitosan kills bacteria through cell membrane damage. *International Journal of Food Microbiology*. 2004;95(2):147–55. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2004.01.022
3. Ramos-García M de L, Bautista-Baños S, Barrera-Necha LL, Bosquez-Molina E, Alia-Tejacal I, Estrada-Carrillo M. Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 2010;28(1):44–57.
4. Ramos-García M, Bosquez-Molina E, Hernández-Romano J, Zavala-Padilla G, Terres E, Alia-Tejacal I, et al. Use of chitosan-based edible coatings in combination with other natural compounds, to control *Rhizopus stolonifer* and *Escherichia coli* DH5α in fresh tomatoes. *Crop Protection*. 2012;38:1–6. doi:10.1016/j.cropro.2012.02.016
5. Mahdavi B, Rahimi A. Seed priming with chitosan improves the germination and growth performance of ajowan (*Carum copticum*) under salt stress. *EurAsian Journal of BioSciences*. 2013;7:69–76.
6. Said SA, Zakaira FF, El-Ramady HR. Response of cucumber plants to foliar application of chitosan and yeast under greenhouse conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2012;6(4):63–71.
7. Salachna P, Zawadzińska A. Effect of chitosan on plant growth, flowering and corms yield of potted freesia. *Journal of Ecological Engineering*. 2014;15(3):97–102. doi:10.12911/22998993.1110223
8. Falcón RA, Rodríguez AT, Ramírez MA, Rivero D, Martínez B, Cabrera JC, et al. Chitosans as bioactive macromolecules to protect economically relevant crops from their main pathogens. *Biotechnología Aplicada*. 2010;27(4):305–9.

9. Cota-Arriola O, Cortez-Rocha MO, Rosas-Burgos EC, Burgos-Hernández A, López-Franco YL, Plascencia-Jatomea M. Antifungal effect of chitosan on the growth of *Aspergillus parasiticus* and production of aflatoxin B1. *Polymer International*. 2011;60(6):937–44. doi:10.1002/pi.3054
10. Asgar A, Mahmud TMM, Yasmeen S. Control of Anthracnose by Chitosan through Stimulation of Defence-Related Enzymes in Eksotika II Papaya (*Carica papaya* L.) Fruit. *Journal of Biology and Life Science*. 2012;3(1):114–26. doi:10.5296/jbls.v3i1.1306
11. Defang Z, Xinrong L, Renjie T. Application of Bioactive Coatings Based on Chitosan for Soybean Seed Protection. *International Journal of Carbohydrate Chemistry*. 2012;2012:1–5. doi:10.1155/2012/104565
12. Suvannasara R, Boonlertnirun S. Studies on appropriate chitosan type and optimum concentration on rice seed storability. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 2013;8(3):197–200.
13. Boonlertnirun S, Boonraung C, Suvannasara R. Application of chitosan in rice production. *Journal of Metals, Materials and Minerals*. 2008;18(2):47–52.
14. Boonreung C, Boonlertnirun S. Efficiency of chitosan for controlling dirty panicle disease in rice plants. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 2013;8(5):380–384.
15. González PD, 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.
16. Martínez GL, Reyes GY, Falcón RA, Núñez VM. Efecto del tratamiento a las semillas con quitosana en el crecimiento de plántulas de arroz (*Oryza sativa* L.) cultivar INCA LP-5 en medio salino. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(1):143–50.
17. Morales GD, Dell'Amico RJ, Jerez ME, Díaz HY, Martín MR. Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*. 2016;37(1):142–7.
18. Hernández JA, Pérez JJM, Bosch ID, Castro SN. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015. 93 p.
19. Pérez N, González MC, Castro RI, Cárdenas RM, Díaz H, Cristo E, et al. Impacto del Programa de Mejoramiento Genético del Arroz en la producción arrocería nacional. *Nueva Empresa*. 2012;8(1):60–63.
20. Rivero LLE, Suárez CE. Instructivo Técnico Cultivo de Arroz. 1st ed. La Habana, Cuba: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales; 2015. 77 p.
21. Tukey JW. Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*. 1949;5(2):99–114. doi:10.2307/3001913
22. Statistical Graphics Crop. STATGRAPHICS® Plus [Internet]. Version 5.1. 2000. (Profesional). Available from: <http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>
23. Boonlertnirun S, Sarobol E, Sooksathan I. Effects of molecular weight of chitosan on yield potential of rice cultivar Suphan Buri 1. *Kasetsart Journal (Natural Science)*. 2006;40(3):854–61.
24. Ouyang S, Langlai X. Effects of chitosan on nutrient qualities and some agronomic characters of non-heading Chinese cabbage. *Plant Physiology Communications*. 2003;39(1):21–4.
25. Lu J, Zhang C, Hou G, Zhang H, Wan C, Shen G, et al. The biological effects of chitosan on rice growth. *Acta Agriculture Shanghai*. 2002;18(4):31–4.
26. Toan NV, Hanh TT. Application of chitosan solutions for rice production in Vietnam. *African Journal of Biotechnology*. 2013;12(4):382–4. doi:10.5897/AJB12.2884
27. Rodríguez RRC, Figueredo VJ, González POS. Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) var. "Amalia." *Centro Agrícola*. 2013;40(2):79–84.

Recibido: 26 de diciembre de 2016

Aceptado: 24 de abril de 2017