

ARTÍCULO ORIGINAL

Efecto de diferentes concentraciones de quitosana sobre la germinación y crecimiento de plántulas de arroz (*Oryza sativa*, L.)

Effect of different chitosan concentrations on rice (*Oryza sativa*, L.) seed germination and seedling growth

Samuel Alberto Pérez Mesa¹, Aida Tania Rodríguez Pedroso², Miguel Ángel Ramírez Arrebato²

¹Ingeniero Agrónomo. Especialista de la Unidad Científica Tecnológica de Base Los Palacios. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32700. Teléfono: (53) 48-547120. Correo electrónico: samuel@inca.edu.cu

²Máster en Ciencias en Química Agrícola, investigadora Auxiliar de la Unidad Científica Tecnológica de Base Los Palacios. INCA. Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. Correo electrónico: atania@inca.edu.cu ; miguelar@inca.edu.cu

RESUMEN

Semillas de arroz del cultivar J-104 se trataron con quitosana, a diferentes concentraciones (100, 500, 1000 y 2000 mg.L⁻¹) por imbibición durante 24 horas con el objetivo de evaluar su efecto sobre la germinación de las semillas y el crecimiento de plántulas de arroz. En este trabajo se evaluó la dinámica de germinación, altura y masa fresca de la parte aérea de las plantas a los 20 días. Los resultados mostraron que hubo efecto de la concentración de quitosana en la dinámica de germinación, siendo las semillas imbibidas a la concentración 1000 mg.L⁻¹, las primeras en germinar en relación con el resto de los tratamientos. En cuanto a la variable altura de la planta, la concentración 2000 mg.L⁻¹ fue mejor que el testigo con diferencias significativa entre ellos y se apreció esta misma tendencia con los otros tratamientos con quitosana, aunque no se encontró diferencia estadística. También la concentración de 2000 mg.L⁻¹ fue en la que se obtuvo las mayores masas frescas foliares de las plántulas, encontrándose que a medida que aumentó la concentración de quitosana aumentó la masa obtenida.

Palabras clave: Germinación, quitosana, arroz, semilla, crecimiento.

ABSTRACT

Rice seeds cultivar (J-104) were treated with different chitosan concentrations (100, 500, 1000 y 2000 mg.L⁻¹) during 24 hours of imbibition time. The germination of treated seeds was evaluated and the germination dynamics was recorded. In additions, treated seeds were planted on pots and then 20 days old seedlings were evaluated according the seedling height and fresh foliar mass. Results shown, 1000 mg.L⁻¹ treated seeds germinated faster than other chitosan treatment and the control while rice seedlings from 2000 mg.L⁻¹ treated seeds have the greater values of seedling height with significant difference with the control treatment but not with the chitosan treatment. Seedlings from 2000 mg.L⁻¹ treated seeds had the greater foliar mass too. No significance differences were found between treatments but it was found that foliar mass increased while chitosan concentration was greater.

Key words: Germination, chitosan, rice, seed, growth.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la agricultura se trabaja en la búsqueda de productos que permitan favorecer el crecimiento y 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 (Ramírez et al., 2010).

En este caso, se encuentra la quitosana, derivado parcialmente desacetilado de la quitina, polisacárido ampliamente distribuido en la naturaleza como componente de las estructuras de los invertebrados. Este compuesto es un copolímero lineal formado por unidades de glucosamina y en menor medida de N-acetil D-glucosamina unidos por enlaces α 1-4 (Muzarelli, Boudant, 2012).

La quitosana posee la capacidad de formar películas lo que ha permitido su uso en el campo agrícola en el recubrimiento de semillas lográndose un mejor comportamiento de variables fisiológicas como la altura de la planta y masa seca en cultivos (Kiirika, Stahl, Wydra, 2013). También, en cereales como el trigo ha sido utilizada promoviendo un incremento en la productividad de las plantas. Adicionalmente este biopolímero se ha empleado en otras funciones como inhibir el crecimiento micelial de algunos hongos fitopatógenos y estimular algunos mecanismos defensivos en las plantas (Yin, Zhao, 2010).

En el arroz (*Oryza sativa*, L.) se ha utilizado este compuesto y sus derivados en el tratamiento a la semilla con el objetivo de proteger la planta de enfermedades

importantes como es el caso de la piriculariosis, observándose resultados alentadores (El Hadrami, Adam, 2010).

Es por ello, que resulta importante evaluar el efecto que sobre la germinación, la altura de planta y la masa de la parte aérea pudiera ejercer este compuesto en este cultivo, con diferentes concentraciones de quitosana para poder conocer si es factible su aplicación en este cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en el Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, durante los años 2003 y 2004.

La quitosana utilizada tiene un grado de acetilación de 36, 5% (Q-3), fue obtenida en el Laboratorio de Oligosacarinas del Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, por el método de desacetilación alcalina de la quitina de langosta, calidad farmacéutica (Ramírez et al., 2000).

Las semillas utilizadas fueron del cultivar J-104, las cuales fueron imbibidas durante 24 horas con diferentes concentraciones de quitosana. Posteriormente se escurrieron y se pusieron a germinar.

Las semillas tratadas se colocaron en placas petri (20 semillas por placas con tres réplicas por tratamientos) sobre papel de filtro humedecido con agua destilada. Las placas se colocaron en condiciones de laboratorio con fotoperíodo de 16 horas luz y 8 horas de oscuridad a las temperaturas de 26-28°C y 21-23°C, respectivamente. Se determinó la dinámica de germinación a las 24, 48, 72 y 96 horas tomando la emergencia de la raíz como criterio de esta. Posteriormente, las semillas germinadas fueron sembradas en recipientes de 7 cm de altura y 6,5 cm de diámetro utilizando como sustrato zeolita y solución nutritiva y a los 20 días después de germinadas las semillas, se tomaron 10 plantas al azar y se evaluó la altura de la planta y la masa fresca de la misma.

Las concentraciones de quitosana empleadas en los tratamientos a la semilla de arroz fueron 1) Control (0 mg.L⁻¹) 2) 100 mg.L⁻¹ 3) 500 mg.L⁻¹ 4) 1000 mg.L⁻¹ 5) 2000 mg.L⁻¹.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado. El experimento se repitió tres veces y se tomó las medias de cada tratamiento. En todos los casos los resultados experimentales fueron sometidos al análisis estadístico correspondiente (ANOVA). Las comparaciones de medias se realizaron según la Dócima de Tukey para el 5% de probabilidad de error. Para el análisis estadístico fue utilizado el paquete estadístico STATGRAPHICS *Versión 4.1* en ambiente *Windows*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La germinación de las semillas es un proceso oxidativo, donde influyen múltiples factores. En la *tabla* se puede apreciar cómo influyen los tratamientos con distintas concentraciones de quitosana en la velocidad de germinación de las semillas de arroz.

Tabla . Dinámica de germinación de las semillas de arroz tratadas con quitosana

Tratamientos	Tiempo (horas)			
	24	48	72	96
Control (agua)	0	14	3	2
100 mg.l ⁻¹	0	17	2	1
500 mg.l ⁻¹	1	15	1	2
1000 mg.l ⁻¹	1	17	1	1
2000 mg.l ⁻¹	0	15	2	1

El hecho de que los tratamientos de 500 y 1000 mg.L⁻¹ fueron los únicos donde hubo semillas germinadas desde las 24 horas, sugiere que la presencia de quitosana a esas concentraciones tuvo el mayor efecto estimulador en la aceleración de la germinación. En sentido general, todos los tratamientos con quitosana, incluido el de 2000 mg.L⁻¹ que fue el de menor número semillas germinada fueron mejores que el tratamiento control, por lo que se puede plantear que la velocidad de germinación de estas semillas fue más lenta que en los tratamientos donde se aplicó la quitosana. Algunos autores han planteado que la quitosana incrementa la germinación en algunos cultivos ya que estimula enzimas del metabolismo secundario tales como la quitinasa, celulasa y B 1,3 glucanasa (Leubner-Metzger, 2003; Rodríguez *et al.*, 2009). Adicionalmente, el tratamiento con quitosana logra estimular algunos eventos en la semilla como son: hidratación de proteínas, cambios estructurales subcelulares, respiración, síntesis de macromoléculas y elongación celular. Todos estos procesos permiten el paso de un embrión deshidratado, en estado de reposo, con un metabolismo apenas detectable a uno con un metabolismo activo que culmina en el crecimiento del eje embrionario.

En la *figura 1* se muestra el efecto de las diferentes concentraciones de quitosana sobre la altura de las plantas provenientes de las semillas tratadas.

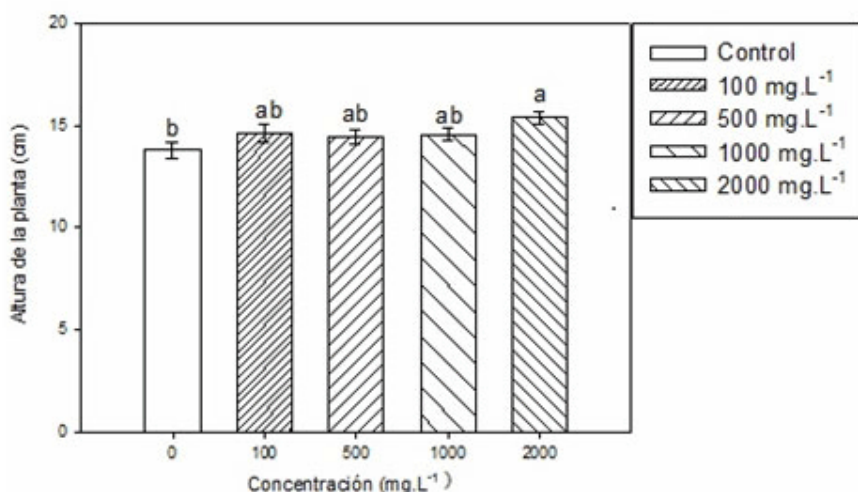


Figura 1. Efecto de las diferentes concentraciones sobre la altura de la planta de arroz variedad J-104.

Como se puede apreciar la concentración de 2000 mg.L⁻¹ fue quien logró la mayor altura de la planta, pero esta concentración no difirió de los restantes tratamientos en los que se utilizó quitosana, pero si se diferenció del tratamiento control. Aunque las concentraciones 100, 500 y 1000 mg.L⁻¹ no se diferenciaron significativamente del tratamiento control, las plantas obtenidas tuvieron una mayor altura. Algunos autores han observado el efecto estimulador del crecimiento de la quitosana en semillas de cereales; así como otros investigadores han observado un aumento en el tamaño y grosor del tallo. Esto puede explicarse porque la quitosana favorece la producción de enzimas relacionadas con el crecimiento y desarrollo de las plantas tales como la celulosa, lo que promueve una mayor altura de las plantas.

En la *figura 2* se muestra la masa fresca de la parte aérea de las plántulas provenientes de semillas tratadas con diferentes concentraciones de quitosana. Como se aprecia esta *figura 2* el tratamiento a la concentración de 2000 mg.L⁻¹ fue el que promovió una mayor masa fresca foliar en las plantas y a medida que descendió la concentración de quitosana, se obtuvo menores masas fresca foliares. Este resultado coincide con el obtenido en la *figura 1*, donde la concentración de 2000 mg.L⁻¹ también fue la que provocó la mayor altura de la planta. El hecho de que al aumentar la concentración aumentó la masa foliar puede deberse a que al tener mayor concentración se mantuvo una mayor cantidad de sustancia activa mucho más tiempo que a menores concentraciones. En ese sentido, se ha publicado experiencias donde se utilizan concentraciones mayores de 4g.L⁻¹ para el tratamiento a la semilla con mejoras en la germinación y el crecimiento de las plantas (Freepons, 1990).

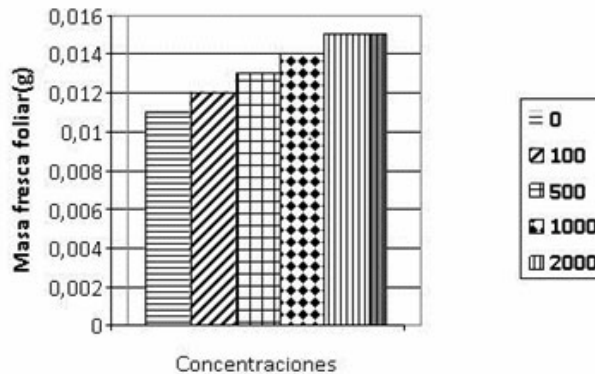


Figura 2. Efecto de la concentración de quitosana sobre la masa seca de la parte aérea de la plantas de arroz cultivar J-104.

CONCLUSIONES

El empleo de quitosana en el tratamiento de semillas de arroz fue mejor que el tratamiento control que fue agua destilada ya que mejoró la velocidad de germinación, además de incrementar la altura y masa fresca foliar de las plántulas obtenidas. La concentración de 1000mg.L⁻¹ fue la que mayor velocidad de germinación provocó Sin embargo la de 2000 mg.L⁻¹ fue la que promovió la mayor altura y masa fresca foliar en las plántulas. A partir del análisis de estos resultados se propone la utilización de la concentración de 2000 mg.L⁻¹ para el tratamiento de semillas de arroz, con vista a lograr un mayor crecimiento y desarrollo del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- El Hadrami, A., L. R. Adam. (2010). Chitosan in Plant Protection. *Marine Drugs* 8(4), 968-987.
- Freepons, D. (1990). Plant growth regulators derived from chitin. United States Patent 4, 964, 894.
- Hadwiger Lee, A. (1992). Method for treating cereal crop seed with chitosan to enhance yield root growth, and stem strength. United States, Patent 5,104437.
- Kiirika, L. F., Stahl, K. Wydra (2013). Phenotypic and molecular characterization of resistance induction by single and combined application of chitosan and silicon in tomato against *Ralstonia solanacearum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 81, 1-12.

- Leubner-Metzger G. (2003). Functions and regulation of α -1,3-glucanases during seed germination, dormancy release and after-ripening. *Seed Science Research*. 13, 17-35.
- Muzzarelli, R. A. Boudrant, J. et al. (2012). Current views on fungal chitin/chitosan, human chitinases, food preservation, glucans, pectins and inulin: A tribute to Henri Braconnot, precursor of the carbohydrate polymers science, on the chitin bicentennial. *Carbohydrate Polymers* 87(2), 995-1012.
- Ramírez, M. A., Cabrera, G., Gutiérrez, A. y Rodríguez, T. (2000). Metodología de obtención de quitosana a partir de quitina de langosta. *Cultivos Tropicales*, 21(1), 81-84.
- Ramírez, M., Rodríguez, T. Alfonso, L., Peniche, C. (2010). La quitina y sus derivados, biopolímeros con potencialidades de aplicación agrícola. *Biotecnología Aplicada*, (27), 270-276.
- Rodríguez, A. T., Ramírez, M. A., Rivero, D., Bosquez, E., Barrea, L., Bautista, S. (2009). Propiedades químico-estructurales y actividad biológica de la quitosana en microorganismos fitopatógenos. *Revista Shapingo Serie Horticultura*. 15(3), 307-317.
- Yin, H., X. Zhao. (2010). Oligochitosan: a plant diseases vaccine. *Carbohydrate Polymers* (82), 1-8.

Recibido: mayo 2015

Aprobado: noviembre 2015

Ing. Samuel A. Pérez Mesa. Especialista de la Unidad Científica Tecnológica de Base Los Palacios. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700. Teléfono: (53) 48-547120. Correo electrónico: samuel@inca.edu.cu