

## **Efecto de la Aplicación de Quitomax® en el cultivo del arroz (*Oryza sativa*, L), variedad IACUBA 41**

### **Effect of the Application of Quitomax® in the cultivation of rice (*Oryza sativa*, L), variety IACUBA 41**

María Caridad Jiménez-Arteaga<sup>(1)</sup>

Luis Gustavo González Gómez<sup>(2)</sup>

Lorenzo Rafael Peña Rondón<sup>(3)</sup>

Alejandro Bernardo Falcón-Rodríguez<sup>(4)</sup>

(1) Universidad de Granma. [cjimeneza@udg.co.cu](mailto:cjimeneza@udg.co.cu).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4761-8249>

(2) Universidad de Granma. [ggonzalezg@udg.co.cu](mailto:ggonzalezg@udg.co.cu).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8585-5507>

(3) Estación Territorial de Grano, Jucarito.

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6499-1902>

(4) Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6499-1902>

Contacto: [ggonzalezg@udg.co.cu](mailto:ggonzalezg@udg.co.cu)

Artículo recibido el 9/octubre/2023. Aprobado 1/diciembre/2023

### **Resumen**

El trabajo se desarrolló en la Estación Territorial de Investigaciones de Granos Jucarito, Río Cauto, Granma durante la campaña de siembra de frío 2020/2021. Se estudió el efecto de diferentes momentos de aplicación del Quitomax® sobre la productividad agrícola y la calidad del grano del cultivo del arroz de la variedad IACUBA 41. Se montaron 6 tratamientos para evaluar la incidencia de este bioproducto, se evaluó número de panículas por m<sup>2</sup>, número de granos llenos por panícula, peso de mil granos y el rendimiento agrícola. Se realizó la caracterización de la materia prima, un análisis industrial de acuerdo al Manual de procedimiento para la industria del arroz y la valoración económica. Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza doble (ANOVA), las medias

fueron comparadas por la prueba de Rangos Múltiples de Tukey ( $p < 0.05$ ) con el paquete STATISTIC versión 10. Los mejores momentos de aplicación se obtuvieron con el Quitomax® con pregerminación en solución de  $1 \text{ g L}^{-1}$  y aspersión con una dosis de  $360 \text{ mg ha}^{-1}$  a los 20 DDG con rendimiento agrícola de  $5,67 \text{ t ha}^{-1}$  e industrial de  $3,96 \text{ t ha}^{-1}$

Palabras claves. Bioproductos, calidad, rendimiento.

## ABSTRACT

The work was carried out at the Jucarito Grain Territorial Research Station, Río Cauto, Granma during the 2020/2021 cold sowing campaign. The effect of different moments of application of Quitomax® on the agricultural productivity and grain quality of the rice crop of the IACUBA 41 variety was studied. 6 treatments were set up to evaluate the incidence of this bioproduct, the number of panicles per  $\text{m}^2$  was evaluated number of filled grains per panicle, thousand grain weight and agricultural yield. The characterization of the raw material, an industrial analysis according to the Procedure Manual for the rice industry and the economic valuation were carried out. The data were processed using a double analysis of variance (ANOVA), the means were compared by the Rank test. Tukey multiples ( $p < 0.05$ ) with the STATISTIC version 10 package. The best application times were obtained with Quitomax® with pregermination in a  $1 \text{ g L}^{-1}$  solution and spraying with a dose of  $360 \text{ mg ha}^{-1}$  at the 20 DDG with agricultural yield of  $5.67 \text{ t ha}^{-1}$  and industrial yield of  $3.96 \text{ t ha}^{-1}$

Keywords. Bioproducts, quality, performance.

## Introducción

El arroz (*Oryza sativa*, L) constituye en la actualidad el medio de vida de más de dos mil millones de personas alrededor del mundo, que representan la tercera parte de la población mundial. Un 90% de la producción mundial depende de pequeños agricultores y comunidades en los países empobrecidos, generalmente en superficies inferiores a la hectárea (SICA, 2020). La producción mundial de arroz en 2017 alcanzó un volumen récord de 731,2 millones de toneladas (487,5 millones de toneladas de arroz elaborado), según el informe realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2022).

En América Latina y el Caribe, se cultivaron en el año 2017, 6,7 millones de hectáreas con una producción total de 26,4 millones de toneladas, siendo los principales países productores: Brasil

con 49,7 % de la producción, seguido por Colombia (9,8 %), Perú (9,3 %), Argentina (3,9 %) y Venezuela (3,6 %) (FAO, 2019).

El uso de los bioestimulantes se ha ido desarrollando en las últimas décadas debido a que, los cambios en los factores ambientales como temperatura, luz y humedad afectan considerablemente al proceso de producción de cultivos, al generarle niveles de estrés a las plantas. Estos factores externos ejercen una influencia negativa sobre su desarrollo, lo cual se ve reflejado al momento de la cosecha (Salazar, Martínez y Gallardo, 2021).

El quitosano es un biopolímero, que ha despertado interés desde su descubrimiento, este es extraído por un proceso de desacetilación, a partir de la quitina, la cual, es un carbohidrato que forma parte de las paredes celulares de los hongos y está presente en el exoesqueleto de camarones, cola de calamar, crustáceos y cangrejos (García *et al.*, 2020).

Este producto ha ganado gran popularidad, debido a su biocompatibilidad, biodegradabilidad y sus diversas aplicaciones como: en la ingeniería de tejidos, cosméticos, biomedicina, industria alimenticia y agrícola (Ali y Ahmed, 2018).

El objetivo general propuesto fue evaluar el efecto de diferentes momentos de aplicación foliar de Quitomax<sup>®</sup> sobre el rendimiento y la calidad industrial del grano de la variedad de arroz IACUBA

41

## **Materiales y métodos**

El trabajo se desarrolló en la Estación Territorial de Investigaciones de Granos Jucarito, Río Cauto, Granma durante la campaña de siembra de frío 2020/2021, sembrándose en la segunda quincena de diciembre/2020 y cosechándose en la primera quincena de abril/2021. Se estudió el efecto de diferentes momentos de aplicación de Quitomax<sup>®</sup>, sobre la productividad agrícola del cultivo del arroz y la calidad del grano de la variedad IACUBA 41.

Se montaron 6 tratamientos para evaluar la incidencia de Quitomax<sup>®</sup> aplicados en diferentes momentos del desarrollo del cultivo en parcelas de 3 x 3 m<sup>2</sup>, con cuatro réplicas, sobre un diseño de bloque al azar, para un total de 18 parcelas.

Descripción de los tratamientos

Ttratamientos	Descripción
---------------	-------------

T <sub>1</sub>	Pregerminación en agua (Control)
T <sub>2</sub>	Pregerminación en solución con Quitomax <sup>®</sup> (1 g L <sup>-1</sup> )
T <sub>3</sub>	Pregerminación en agua y aspersión con Quitomax <sup>®</sup> (360 mg ha <sup>-1</sup> ) a los 20 DDG
T <sub>4</sub>	Pregerminación en agua y aspersión con Quitomax <sup>®</sup> (360 mg ha <sup>-1</sup> ) a los 40 DDG
T <sub>5</sub>	Pregerminación en solución con Quitomax <sup>®</sup> (1 g L <sup>-1</sup> ) y aspersión (360 mg ha <sup>-1</sup> ) a los 20 DDG
T <sub>6</sub>	Pregerminación en solución con Quitomax <sup>®</sup> (1 g L <sup>-1</sup> ) y aspersión (360 mg ha <sup>-1</sup> ) a los 40 DDG

El Quitomax<sup>®</sup> en pregerminación se aplicó en concentración de 1g L<sup>-1</sup>, la cual se logra al tomar 100 mL de un frasco de 1 L el cual contiene 4 g L<sup>-1</sup> de concentración. Cuando la aplicación se realizó de manera foliar se aplicó en concentración de 360 mg ha<sup>-1</sup>, concentración que se logra al tomar 5,6 mL por mochila de 18 L del frasco de 1 L y 4g L<sup>-1</sup> de concentración.

#### ***Parámetros evaluados***

- a) Número de panículas por m<sup>2</sup> en un marco de 0,25 m<sup>2</sup> y multiplicado por 4, en tres puntos dentro de la parcela en el momento de la cosecha.
- b) Número de granos llenos por panícula en 10 panículas seleccionadas al azar en el área de cosecha mencionada anteriormente por tratamientos y réplicas.
- c) Peso de mil granos, mediante el conteo de 250 granos llenos en 4 muestras tomadas de los granos llenos evaluados en las 10 panículas seleccionadas por tratamientos y réplicas (g).
- d) Rendimiento agrícola por tratamiento (t ha<sup>-1</sup>).
- e) Análisis industrial: En 1 kg de arroz cáscara limpio por cada muestra (tratamientos) tomada para la determinación del rendimiento agrícola evaluado, del cual se toman tres submuestras de 100 gramos limpios para evaluar los componentes del rendimiento industrial, expresado en por ciento. Los análisis se realizaron en el laboratorio industrial de la Empresa Agro Industrial de Granos Fernando Echenique de Granma expresados en por ciento (%).

Se evaluaron los principales indicadores que miden la calidad del grano en el proceso industrial, siendo los siguientes:

- Granos Blancos Enteros (GBE)

- Granos Blancos Partidos (GBP)
- Rendimiento total del molinado (RTM)
- Rendimiento Industrial (RI)

Al analizar las muestras en suelos no salinos tenían un contenido de sales entre 400 y 600 de SST (sales solubles totales) y de 2 500 a 3 000 SST en los suelos débilmente salinos lo que lo ubica en el Grupo S<sup>4</sup> como no salinos y de acuerdo a su productividad se clasifican en suelos Categoría I como apto para el cultivo del arroz (Laboratorio Provincial de Suelos de la provincia Granma, Cuba).

Los datos obtenidos fueron analizados por medio de estadística descriptiva de variables continuas, para distribución normal, según test de Kolmogorov-Smirnov para la bondad de ajuste y se aplicó la prueba Dócima de Levene para evaluar la homogeneidad de la varianza. Cuando existió normalidad y homogeneidad se realizó un análisis de varianza doble (ANOVA), para los parámetros agrícolas y simples para los indicadores de la industria cuando éste fue significativo al 5 % de probabilidad de error, las medias fueron comparadas por la prueba de Rangos Múltiples de Tukey ( $p < 0.05$ ). Los datos fueron procesados en el software estadístico STATISTICA versión 10 sobre Windows.

### **Análisis de los resultados obtenidos**

Análisis de los componentes del rendimiento agrícola evaluados.

En relación con la respuesta obtenida por los componentes del rendimiento agrícola puede observarse en la tabla 1 que todos los componentes marcaron diferencias significativas en relación con los tratamientos estudiados.

En cuanto a las panículas por metro cuadrado se destacó de manera significativa el tratamiento 5 (Pregerminación en solución con Quitomax<sup>®</sup> (1 g L<sup>-1</sup>) y aspersion (360 mg ha<sup>-1</sup>) a los 20 DDG), al ser comparados con el resto de los tratamientos, sin embargo, se comprobó que el tratamiento 1 (Control) fue el de menor resultado al ser comparado con el resto de los tratamientos.

Rodríguez *et al.*, (2019) obtuvieron el número máximo de panículas con el tratamiento donde se aplicó el Quitomax<sup>®</sup> a la semilla y se le realizaron dos aspersiones foliares en diferentes momentos; mientras que el menor número de panículas fue logrado con los tratamientos en los que no se aplicó Quitomax<sup>®</sup>. En tal sentido, Lu *et al.*, (2012) encontraron que el número de panículas en el cultivo

del arroz se incrementó cuando se aplicó la solución de quitosana con agua a razón de 0,4 g/50 cm<sup>3</sup>, demostrado en esta investigación donde este producto ocasiona cambios con respecto al tratamiento control.

El número máximo de panículas fue obtenido 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 semillas tratadas con agua y semillas sin tratar en los que no se aplica Quitomax<sup>®</sup>. 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 cm<sup>3</sup> (Lu *et al.*, 2002). Estos resultados son similares a los de esta investigación.

Con respecto al número de granos llenos por panícula se manifestó un comportamiento diferencial solamente cuando se comparó el tratamiento Control (1) con los demás tratamientos estudiados, los cuales no se diferenciaron estadísticamente entre sí, aunque mostraron un alto grado de variabilidad siendo el de mejor resultado el tratamiento 5 (Pregerminación en solución con Quitomax<sup>®</sup> (1 g L<sup>-1</sup>).

Morejón, Díaz y Miranda (2021) al evaluar Quitomax<sup>®</sup>, en dos genotipos de arroz, reportan que 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<sup>®</sup>, este mismo cultivar con Quitomax<sup>®</sup> y Línea 1 con Quitomax<sup>®</sup>, 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<sup>®</sup>, incrementándose estos independientemente de los tratamientos utilizados (Rodríguez *et al.*, 2017), efecto corroborado con los resultados aquí mostrados.

El peso de mil granos ratificó ser un componente muy estable, no obstante, se observó diferencias significativas entre los tratamientos, destacándose de manera particular, el tratamiento 5 (Pregerminación en solución con Quitomax<sup>®</sup> (1 g L<sup>-1</sup>) y aspersión (360 mg ha<sup>-1</sup>) a los 20 DDG) que superó significativamente al resto de los tratamientos en estudio.

Los resultados obtenidos en el experimento, concuerdan con los obtenidos en ensayos hechos por Ortiz (2019), en los que encontraron que, aplicando al arroz una dosis de 4 gramos por hectárea (g

ha<sup>-1</sup>) de giberelinas en etapa de prefloración, se lograban ver diferencias significativas con respecto al testigo. No así, al aplicar dosis de 3 g ha<sup>-1</sup> y menores, ya que no se observó una respuesta significativa en el peso de 1 000 granos.

Tratamientos	Número de panículas/m <sup>2</sup>	Número de granos/panícula	Masa de mil granos (g)
1 (Control)	256,50 d	46,75 b	27,50 c
2	306,00 b	62,00 a	27,60
3	275,25 c	65,00 a	27,50
4	305,25 b	60,00 a	27,60
5	331,00 a	62,00 a	27,90
6	302,25 b	61,50 a	27,70
EE	3.037	2.60	0.07

Letras desiguales en la misma columna hay diferencias significativas para  $p \leq 5\%$  de probabilidad del error entre los tratamientos.

Tabla 1. Resultados de las variables Número de panículas m<sup>2</sup>, Número de granos por panículas y Masa de mil granos (g).

### **Respuesta de los parámetros industriales en el proceso de molinado del grano**

Como puede observarse en la tabla 2, con relación a los granos enteros (GE) los mayores y mejores valores se logran en el tratamiento 5. Al evaluar los granos partidos (GP), siendo este indicador negativo lo mayores valores se alcanzan en el tratamiento control sin diferencias significativas con los tratamientos 2 y 3 nótese que estos dos tratamientos no clasificaron en el análisis anterior. En el rendimiento total en el molinado (RTM) no existió diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y en cuanto al rendimiento industrial tuvo similar comportamiento que el parámetro anterior.

Rodríguez *et al*, (2019) evaluó la influencia de la aplicación de Quitomax<sup>®</sup> en el rendimiento industrial, se refiere al porcentaje de granos enteros que se obtienen en el proceso de elaboración por la industria en los tres años que se desarrolló el experimento. Los resultados muestran que el porcentaje de granos enteros se encontró

entre un 50 y 52% y no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que puede inferirse que la aplicación del biopolímero no afectó esta variable.

Otros autores como Cristo, González y Pérez (2016) han obtenido entre valores de granos enteros de 45 y 47,5 % al evaluar este cultivar (IACUBA 41) y compararlo con otros cultivares obtenidos para bajos suministros de agua y fertilizantes.

Arroz con más de 50% de grano entero, se premia con un 0,8% sobre el precio base por cada 1% de mayor producción de grano entero, según Meneses (2012).

La norma Ramal 149/ 2017, establece que la presencia de granos partidos debe ser menor del 1 %, aspecto que tendrán que revisar la Empresa Echenique, pues múltiple pueden ser los factores que influyen en estos resultados fundamentalmente la humedad con que se procesa el grano, la presencia de granos yesosos, o la escasez de potasio en el suelo, que no permite el endurecimiento del grano de acuerdo a lo planteado por Moreno (2017) de que el potasio fortalece la tolerancia de las plantas a las enfermedades, ya que fortalece las paredes celulares y del grano para el molinado.

Pudiendo ser una causa también la escasez de hierro en el suelo de acuerdo a lo planteado por Salisbury y Ross (2018) al plantear que la deficiencia de hierro afecta negativamente la absorción de K y por tanto a la calidad del grano.

González, Costales y Falcón (2014) al evaluar las variedades IACUBA-31, IACUBA-32, IACUBA 41 y LP-7 en suelos no salinos, los mayores valores se obtuvieron en las variedades IACUBA-31 y IACUBA 41 con valores de 69,7 y 69,6 % respectivamente en cuanto al rendimiento industrial, resultados que superan los obtenidos en este trabajo con respecto a la variedad IACUBA 41, lo que indica que todavía no se logra el potencial industrial de esta variedad en condiciones edafoclimáticas de la provincia Granma.

El valor superior obtenido en el tratamiento 5 fue de 51 % granos enteros por lo que coincide con Rodríguez *et al.*, (2019), pero a diferencia de la investigación mencionada por estos autores, en esta investigación si existió diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

Es válido destacar que la quitosana estimula la germinación, vigor de las plantas, la absorción de nutrientes y aumenta la fotosíntesis según Mahdavi, (2013). También constituye una 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 de acuerdo a Ramírez *et al.* (2010). Además, protege a las plantas contra enfermedades, induciendo respuestas de defensa como son: acumulación de fitoalexinas, proteínas relacionadas con la patogenicidad, inhibidores de proteinasas y síntesis de ligninas (Malerba y Cerana, 2016).

Tratamiento	GE (%)	GP (%)	RTM (%)	R.I (%)
1	30,17 d	33,48 a	63.65	66,23
2	45.00 c	23.00 bc	68.00	69.00
3	40.00 c	27.77 ab	67.77	68.76
4	42.00 c	24.64 bc	66.64	67.99
5	51.19 a	18.14 c	69.33	69.83
6	47.21 b	20.77 c	67.98	69.00
EE	1.128*	2.44*	0.25	0.36

Letras desiguales en la misma columna hay diferencias significativas para  $p \leq 5 \%$  de probabilidad del error entre los tratamientos.

Tabla 2. Respuesta de los parámetros industriales en el proceso de molinado del grano (%).

### **Análisis el rendimiento agrícola para los 6 tratamientos estudiados.**

En la figura 1 se puede observar que, el tratamiento 5, posee un rendimiento agrícola  $5,67 \text{ t ha}^{-1}$ , superando significativamente al resto de los tratamientos evaluados, sin diferencias significativas entre los que se aplicaron el bioproducto. Le siguieron los tratamientos, 2, 6, y 4 con más de  $5,00 \text{ t ha}^{-1}$  pero con diferencias significativas con el tratamiento 5 (Pregerminación en solución de Quitomax<sup>®</sup> + Quitomax<sup>®</sup> a los 20 DDG) siendo este el mejor. Respondieron aceptablemente los tratamientos 3 y 5, con rendimiento de  $4,93 \text{ t ha}^{-1}$  y por último resultó el de más bajo comportamiento el tratamiento 1 (pregerminación de la semilla en agua natural → control). Con rendimientos de  $3,39 \text{ t ha}^{-1}$ .

Respecto al rendimiento agrícola, Rodríguez, *et al.*, (2017), encontraron que con la aplicación de Quitomax<sup>®</sup> a la semilla y las dos aspersiones foliares en diferentes momentos del crecimiento, se obtuvo el mayor rendimiento agrícola, con diferencia significativa con respecto a los restantes tratamientos estudiados, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Boonlertnirun, Saborol

y Sooksathan, (2006) al aplicar quitosana polimérica a una concentración de 20 ppm a la semilla de arroz, pero con cuatro aspersiones foliares.

En Vietnam (Toan y Hanh, 2013) 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

La quitosana, por su parte, 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 (Asgar, *et al.*, 2012 y Defang *et al.*, 2012).

El Quitomax<sup>®</sup> cuando se aplica al inicio de la floración a los cultivos es capaz de estimular su crecimiento tanto en tallos, hojas y el tamaño de los frutos y aumentar los rendimientos de los cultivos al compararlos con las plantas que no se le aplicó esta sustancia (Molina, 2015). Efecto similar a lo ocurrido en este experimento en todos los tratamientos donde se aplicó este biopolímero a los 40 DDG.

Morejón *et al.*, (2021) al evaluar la aplicación de Quitomax<sup>®</sup> en la Linea 1 y la variedad INCA Lp-5 de arroz reporto valores de 4,33 y 5,33 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. Aunque estos autores concluyen que el rendimiento agrícola es superior cuando los genotipos son tratados, confirmando las potencialidades del Quitomax<sup>®</sup> para ser utilizados como estimulador del rendimiento en el cultivo del arroz, coincidiendo con este trabajo.

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. También al aplicarse a la semilla, al suelo y foliarmente en diferentes momentos incrementa los rendimientos de la planta. En otras investigaciones se ha determinado el efecto en el control de enfermedades que afectan la calidad de la semilla (Boonreung y Boonlernirun 2013)

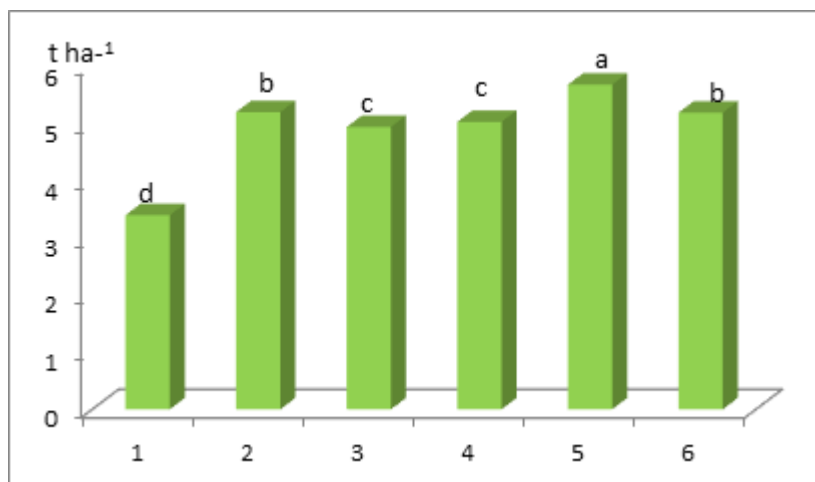


Figura 1: Rendimiento agrícola obtenido por tratamientos (t ha<sup>-1</sup>).

## Conclusiones

- El mejor momento de aplicación del Quitomax® correspondió al tratamiento 5 (pregerminación en solución de 1g L<sup>-1</sup> y aspersión con una dosis de 360 mg ha<sup>-1</sup> a los 20 DDG con rendimiento agrícola de 5,67 t ha<sup>-1</sup>).
- En cuanto a la respuesta de la calidad industrial del grano de la variedad de arroz IACUBA 41 el mejor resultado correspondió al tratamiento 5 con pregerminación en solución de 1g L<sup>-1</sup> y aspersión con una dosis de 360 mg ha<sup>-1</sup> a los 20 DDG con valor del 51,19 % de granos enteros.

## Bibliografías

- Ali, A. y Ahmed, S. 2018. A review on chitosan and its nanocomposites in drug delivery. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 273–286.
- Asgar, A., Mahmud, T.M.M. y Yasmineen, S. 2012. Control of Anthracnose by Chitosan through stimulation of defense-related enzymes in Eksotika II Papaya (*Carica papaya* L.) Fruit. *Journal of Biology and Life Science*, 3(1):114–26.
- Boonlertnirun, S., Saborol, E. y Sooksathan, I. 2006. Effects of molecular weight of chitosan on yield potential of rice cultivar Suphan Buri 1. *Agriculture and Natural Resources*, 40(4), 854–861.
- Boonreung, C. y Boonlertnirun, S. 2013. Efficiency of chitosan for controlling dirty panicle disease in rice plants. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 8(5):380–384.

- Cristo, E., González, M.C. y Pérez, N. 2016. Evaluación de nuevos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de bajos suministros de agua y fertilizante en la provincia de Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 127-133.
- Defang, Z., Xinrong, L. y Renjie T. 2012. Application of bioactive coatings based on chitosan for soybean seed protection. *International Journal of Carbohydrate Chemistry*, 2012, 1–5.
- FAO. 2019. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. (en línea) [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=1777670&pid=S2413-32992019000300005\\_0010&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=1777670&pid=S2413-32992019000300005_0010&lng=es).
- FAO. 2022. Seguimiento del Mercado del arroz. <http://www.fao.org/docre>.
- Garcia, L., de Melo, G., Fonseca, X., Pereira, W., Castelo, D., Sidrim, J., de Aguiar, R., Rocha, M., Vieira, R. y Brillhante, R. 2020. Antifungal activity of different molecular weight chitosans against planktonic cells and biofilm of *Sporothrix brasiliensis*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 143, 341–348.
- González, P., Costales, D. y Falcón, AB. 2014. Influencia de un polímero de quitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(1):35–42.
- Mahdavi, B. 2013. malerSeed germination and growth responses of Isabgol (*Plantago ovate* Forsk) to chitosan and salinity. *Intl J Agri Crop Sci.*, 5(10): 1084-1088.
- Malerba, M. y Cerana, R. 2016. Chitosan effects on plant systems. *Int. J. Mol. Sci.*, 17(996), 2-15.
- Meneses, O. 2012. Parámetros que influyen en la calidad industrial del arroz cosechado en el municipio La Sierpe. En Observatorio de la Economía Latinoamericana, N° 163, (en línea) <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2012/>.
- Molina, J. 2015. Desmineralización de la quitina utilizando ácido fosfórico para la obtención de quitosana y su aplicación en el cultivo de arroz. (Tesis Máster). Universidad del Zulia. Venezuela.
- Morejón, R., Díaz, S. y Miranda, R. 2021. Influencia de los bioestimulantes Biobras-16® y Quitomax® en dos genotipos de arroz. *Cultivos Tropicales*, 42(4), e04.
- Moreno, R.A. 2017. Elementos nutritivos: asimilación, funciones, toxicidad e indisponibilidad en los suelos. (en línea) <http://books.google.es/bbooks?>

hles&lr=&id=KAqX9kMkCyEC&oi=fnd&pg=PA7&dq=funciones+del+fosforo&ots =  
kkJh8b\_of B&sig=QxFgqfLksxf66wwlcGmfUZNcFh4#v=onepage&q&f=false.

NRAG 149/2017. 2017. Arroz consumo. Especificaciones de calidad. Ministerio de la Agricultura. Folleto No.5., La Habana, p. 76.

Ramírez, M.A., Rodríguez, A., Alfonso, L. y Peniche, C. 2010. Chitin and its derivatives as biopolymers with potential agricultural applications. *Biotechnol. Apl.* 27: 270-276.

Rodríguez, A., Ramírez, M., Falcón, A., Bautista, S., Ventura, E. y Valle, Y. 2017. Efecto del Quitomax<sup>®</sup> en el rendimiento y sus componentes del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) var. INCA LP 5. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 156-159.

Rodríguez, A., Reyes, J., Méndez, Y., Ramírez, M., Falcón, A., Valle, Y. y Hernández, L. 2019. Efecto del Quitomax<sup>®</sup> en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L.) var. J-104. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 36, 98-110.

Salazar, Y., Martínez, J. y Gallardo, A. 2021. Los bioestimulantes. Una alternativa para el desarrollo agroecológico cubano. *ECOVIDA*, 11(3), 225-249.

Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 2018. Fisiología de las plantas: bioquímica vegetal. Trad. JM Alonso. Madrid, ES, Paraninfo. 2: 212 p.

SICA. 2020. Cultivo de arroz sistema intensificado. Experiencia dedicada a los pequeños agricultores de arroz. (en línea) <http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/ecuador/EcuGilLibroCultivodiArroz08.pdf>

Toan, N.V. y Hanh, T.T. 2013. Application of chitosan solutions for rice production in Vietnam. *African Journal of Biotechnology*, 12(4), 382–400.