

Efecto del Quitomax sobre las principales variables asociadas al rendimiento en el cultivo del arroz Variedad IACUBA 41

Effect of Quitomax on the main variables associated with yield in the cultivation of rice Variety IACUBA 41

Yordanis Osvaldo Santoya Castro¹

Luis Gustavo González Gómez²

María Caridad Jiménez Arteaga³

Irisneisy Paz Martínez⁴

Alejandro Falcón Rodríguez⁵

(1) Empresa Agroindustrial de Granos Fernando Echenique.

yordanisosvaldo.sc@nauta.com.cu. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3169-1703>.

(2) Universidad de Granma. ggonzalezg@udg.co.cu.

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

(3) Universidad de Granma. cjimeneza@udg.co.cu.

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

(4) Ingeniera Agrónoma. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. ipazm@udg.co.cu.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6115-894X>

(5) Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. alfalcon@inca.edu.cu.

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

Contacto: ggonzalezg@udg.co.cu.

Artículo recibido: 17 /septiembre/2024. Aprobado: 2/octubre/2024

Resumen

La presente investigación se desarrolló en áreas de la UBPC "Rubén Martínez Villena", del municipio de Yara, provincia Granma, con el objetivo de evaluar tres dosis de Quitomax en el cultivo del arroz variedad IACUBA 41, sobre un suelo Vertisol. La aplicación se realizó al inicio de la floración. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres dosis y un control. Los tratamientos fueron: tratamiento 1: 360 mg ha⁻¹, tratamiento 2: 300 mg ha⁻¹, tratamiento 3: 260 mg ha⁻¹ y tratamiento 4: Control. Se evaluó la respuesta del cultivo ante la aplicación de este bioestimulante de las variables número de granos por panículas, granos vacíos, granos llenos y rendimiento. Para el análisis de los datos se empleó un análisis de

varianza simple (ANOVA) y una Prueba de Comparación Múltiple de medias por Duncan para el 5 % de significación. Los mejores resultados fueron alcanzados por el Tratamiento 1 donde se aplicó la dosis de 360 mg ha⁻¹, con un rendimiento de 6,13 t ha⁻¹

Palabras claves: Arroz, Quitomax, rendimiento,

Abstract

The research was carried out in areas of the UBPC "Rubén Martínez Villena", municipality of Yara, Granma province, with the objective of evaluating three doses of Quitomax in the cultivation of rice variety IACUBA 41, on a Vertisol soil. The application was made at the beginning of flowering. With a completely randomized design with three doses and a control. The treatments were, T-1: 360 mg ha⁻¹, T-2: 300 mg ha⁻¹, T-3: 260 mg ha⁻¹ and T-4: Control. The response of the crop to the application of this biostimulant was evaluated with the variables number of grains per panicles, empty grains, full grains, and yield. For data analysis, a simple ANOVA and a Multiple Comparison Test of means by Duncan were used for 5% significance. The best results were achieved by Treatment 1 where the dose of 360 mg ha⁻¹ was applied, with a yield of 6.13 t ha⁻¹

Keywords: Rice, Quitomax, yield.

Introducción

El arroz (*Oryza sativa*, L) constituye en la actualidad el medio de vida de más de dos mil millones de personas alrededor del globo, 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 Cuba, el arroz es el alimento más común en la dieta de los cubanos, con una demanda nacional de 700 mil toneladas y un índice de consumo promedio de más de 70 kg por persona al año. Sin embargo, la producción nacional solo garantiza el 40 por ciento de esa demanda, por lo que el país está obligado a importar más de 400 000 toneladas de arroz anualmente (Reyes, 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. Los bioestimulantes son una herramienta que permiten obtener beneficios como reducir el estrés, mejorar la calidad del producto cosechado y proveer mayor resistencia a plagas y enfermedades (Salazar, Martínez y Gallardo, 2021).

El quitosano es un biopolímero, que ha despertado interés desde su descubrimiento, 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). Se ha demostrado su efecto en la defensa de las plantas en general, proporcionando protección hacia diversas enfermedades ocasionadas por fitopatógenos y la activación de moléculas inductoras que participan en la respuesta inmune de las plantas (Mauch-Mani *et al.*, 2017).

Aunque no se conocen con exactitud los mecanismos por el cual el quitosano (principio activo del Quitomax®), estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, se ha planteado por Reyes-Pérez *et al.*, (2021), Nápoles *et al.*, (2016) que las mismas están involucradas en procesos fisiológicos, evitando las pérdidas de agua por vía de la transpiración. En tal sentido, se ha demostrado la presencia de cierre estomático en plantas asperjadas con quitosano, lo que sugiere que el efecto estimulante del crecimiento luego del cierre estomático podría estar relacionado con un efecto antitranspirante en la planta (Bittelli *et al.*, 2016), señalándose además que la aplicación foliar de quitosano en papa redujo los efectos del estrés hídrico (Bittelli *et al.*, 2016). Por lo antes expuesto, esta investigación se propuso como objetivo general determinar la mejor dosis de las aplicadas de Quitomax en el cultivo del arroz variedad IACUBA 41 en las condiciones edafoclimáticas del municipio Yara, provincia Granma. Cuba.

Materiales y métodos.

La investigación fue desarrollada un suelo vertisol de las áreas de la UBPC "Rubén Martínez Villena", ubicada en el poblado de Cobia, perteneciente a la Empresa Agroindustrial Fernando Echenique del municipio de Yara, en la provincia de Granma en el año 2022.

El trabajo se desarrolló en cuatro parcelas experimentales con una dimensión cada una de 20 metros de largo, por 20 metros de ancho para un área de 400 m² cada parcela. Las semillas de la variedad IACUBA 41 se distribuyeron a voleo manualmente en cada parcela, con una dosis de siembra equivalente a 152 kg de semilla por hectárea y el manejo agrotécnico se realizó

según las recomendaciones técnicas establecidas por los instructivos técnicos para el cultivo. (MINAG, 217). Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

Tratamiento 1: (360 mg ha⁻¹ de Quitomax)

Tratamiento 2: (300 mg ha⁻¹ de Quitomax)

Tratamiento 3: (260 mg ha⁻¹ de Quitomax)

Tratamiento 4: (Control)

La aplicación del polímero se efectuó al inicio de floración en todos los tratamientos con la aparición de los primeros primordios florales en las plantas (25 % de las plantas con espigas) con mochila marca Matabi de 16 litros de capacidad.

Para valorar el efecto de Quitomax para el cultivo del arroz, variedad IACUBA 41 se marcaron 30 plantas antes del ahijamiento para desarrollar las mediciones sobre las mismas plantas.

Se evaluaron las siguientes variables.

- Número de granos por panícula.
- Número de granos llenos.
- Número de granos vacíos.
- Rendimiento agrícola (kg ha⁻¹).

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se empleó un ANOVA de clasificación simple y en todos los casos se aplicó la prueba de Kolmogorov–Smirnov y una prueba de Comparación múltiple de media por Duncan para el 5 % de probabilidad del error y un análisis de correlación entre las variables evaluadas con el Paquete Estadístico STATISTICA. Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento donde se aplicó Quitomax® con 6,13 t ha⁻¹.

Resultados y discusión

Al evaluar el número de granos por panículas, se puede afirmar que éste fue mayor en los tratamientos donde se aplicaron las diferentes dosis de Quitomax, los cuales superan al tratamiento control con diferencias significativa. Como se puede observar en la tabla 1, el número de granos es mayor en los tratamientos donde se aplicaron las mayores dosis y disminuye gradualmente con la disminución de las dosis hasta llegar a un nivel en que la dosis menor aplicada no difiere significativamente del tratamiento control.

Los valores obtenidos coinciden con los reportados por Morejón *et al.* (2012) el cual evaluó tres variedades de arroz comerciales en Pinar del Rio en la variable número de granos por

panículas y superan a los resultados obtenidos en la variedad de arroz LP-5, el cual obtuvo valores de hasta 125 granos por panículas y son similares a las obtenidas por Moreno (2017), al aplicar Quitomax en la variedad de arroz LP-7 en Granma, el cual obtuvo valores entre 132 y 165 granos por panícula.

Tratamientos	Media	Significación
Tratamiento 1: (360 mg ha ⁻¹ de Quitomax [®])	154,78	a
Tratamiento 2: (300 mg ha ⁻¹ de Quitomax [®])	156,05	a
Tratamiento 3: (260 mg ha ⁻¹ de Quitomax [®])	135,00	ab
Tratamiento 4: (Control)	119,31	b
EX	3,78	

Tabla 1: Evaluación del número de granos por panículas. Medias con letras en común no difieren significativamente según prueba de Duncan para el 5 % de probabilidad del error

Morejón, Díaz y Miranda (2021) al evaluar Quitomax[®], 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[®], este mismo cultivar con Quitomax[®] y Línea 1 con Quitomax[®], en ese orden. INCA LP-5 tratada superó siempre al control. Otros autores también encontraron diferencias significativas respecto al tratamiento control en los granos llenos por panícula cuando se aplicó el Quitomax[®], incrementándose estos independientemente de los tratamientos utilizados (Rodríguez *et al.*, 2017), efecto corroborado con los resultados aquí mostrados.

Rodríguez *et al.*, (2019) al evaluar la aplicación del Quitomax[®] en la variedad de arroz J-104, plantean con respecto a la cantidad de panículas por m², que es uno de los componentes que limita el rendimiento agrícola y en el tratamiento donde se trató la semilla con Quitomax[®] y se realizaron las dos aplicaciones foliares, se obtuvo el máximo número de panículas. En este sentido, Boonlertnirun, Boonraung y Suvanasara, (2008) obtuvieron resultados similares en arroz al tratar las semillas y aplicar de forma foliar quitosano, logrando el máximo de número panículas, mientras que el tratamiento control mostró el menor número, resultados que coinciden con los resultados de esta investigación.

El número de granos llenos por panículas es un indicador importante al momento de evaluar la calidad de la producción de arroz y como se observa en la tabla 2 en los tratamientos donde se aplicó Quitomax no existe diferencias significativas entre ellos y a su vez los tratamientos donde se aplicaron las dosis de 360 y 300 mg ha⁻¹ difieren del tratamiento control y este último no difiere del tratamiento donde se aplicó la dosis de 260 mg ha⁻¹. Lo que demuestra los efectos

del polímero aplicado sobre este indicador importante a la hora de determinar el rendimiento en un cultivo vital para la población cubana.

Morejón *et al.*, (2012), al evaluar el comportamiento de tres variedades comerciales de arroz en áreas del complejo agroindustrial arrocero «Los Palacios» y evaluarlas en tres zonas diferentes para un total de 12 tratamientos obtuvo valores muy por debajo de lo obtenido y presentado en la tabla 2, estos valores oscilaron entre 59 y 93 granos para un promedio de los 12 tratamientos de 76 granos llenos por panículas, independientemente de que la diferencia entre los resultados aquí mostrado opueda deberse a las características genéticas de cada una de las variedades ensayadas, si se observa un incremento en los resultados mostrados, los cuales consideramos que sea debido al efecto beneficioso del polímero corroborando lo planteado por Chitolab (2016), con relación a la inducción de parámetros productivos de los cultivos al aplicarle quitosana.

Tratamientos	Media	Significación
Tratamiento 1: (360 mg ha ⁻¹ de Quitomax®)	139,21	a
Tratamiento 2: (300 mg ha ⁻¹ de Quitomax®)	138,40	a
Tratamiento 3: (260 mg ha ⁻¹ de Quitomax®)	121,21	ab
Tratamiento 4: (Control)	102,20	b
EX	3.71	

Tabla 2; Valoración del número de granos llenos por panículas. Medias con letras en común no difieren significativamente según prueba de Duncan para el 5 % de probabilidad del error

Morejón, Diaz y Miranda (2021) al evaluar Quitomax® y Biobras®-16, 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®, 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 (Rodríguez *et al.*, 2017).

Además, resultados obtenidos en frijol y maíz demuestran el efecto positivo del Quitomax®® sobre el número de granos (Muñoz y Ramírez, 2018).

Al evaluar el Quitomax® y Biobras®-16, en dos genotipos de arroz, Morejón *et al.* (2021), refieren 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®; esta misma variedad con Quitomax® y Línea 1 con Quitomax®; la variedad 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 (Rodríguez *et al.*, 2017), efecto corroborado con los resultados aquí mostrados.

Asimismo, los autores anteriores en investigaciones con el Biobras-16[®] comprobaron que los componentes del rendimiento que se favorecieron fueron diferentes, ya que, durante la campaña de frío, este producto solamente incrementó de forma significativa el número de panículas por metro, los resultados de este trabajo en cuanto a granos por panículas coinciden con estos autores donde la respuesta de la variedad Selección 1 siempre fue superior donde se aplicaron los dos bioproductos en diferentes momentos y compararlo con el tratamiento control.

Al evaluar el número de granos vacíos por panículas (tabla 3), se pudo observar que el menor número de granos vacíos se obtiene donde se aplica la menor dosis de Quitomax y el mayor número se obtiene en el tratamiento control, aunque estos valores no difieren del tratamiento donde se aplicaron las otras dosis, independientemente de los resultados mostrados, se puede considerar que los mismos constituyen una respuesta de las plantas en cuanto al número de granos llenos que la misma puede mantener, y esto tiene relación con los resultados mostrados en la tabla anterior.

Tratamientos	Media	Significación
Tratamiento 1: (360 mg ha ⁻¹ de Quitomax [®])	15,57	a
Tratamiento 2: (300 mg ha ⁻¹ de Quitomax [®])	16,57	a
Tratamiento 3: (260 mg ha ⁻¹ de Quitomax [®])	12,78	b
Tratamiento 4: (Control)	17,73	a
EX	0.82	

Tabla 3: Evaluación del número de granos vacíos por panículas. Medias con letras en común no difieren significativamente según prueba de Duncan para el 5 % de probabilidad del error

Mientras mayor sea el número de granos vacíos, menor será el rendimiento que se obtenga, esta variable se ve favorecida con la aplicación del biopolímero, siendo uno de los aspectos a destacar en esta investigación.

Pueden existir diferentes causas para que se manifieste la presencia de granos vanos en el cultivo de arroz, como son la presencia de insectos chupadores, niveles de fertilización en el suelo, nivel de humedad del suelo, entre otros, Socorro (1998) afirma que parece ser que algunas de estas causas puedan haber incidido, además del efecto del producto bioactivo aplicado.

Heredia (2021), al evaluar cuatro variedades de arroz en condiciones de suelos salinos de la provincia Granma no reporta diferencias significativas entre ellas en cuanto al número de granos vacíos, incluyendo en su estudio la variedad Selección 1, objeto de estudio de este trabajo. Llama la atención que el número de granos vacíos fue similar para esta variedad a los obtenidos en esta experiencia, pero son superiores a los obtenidos en los tratamientos donde se aplicó Quitomax con un valor de 17,2 granos vacíos por panículas.

La evaluación de los rendimientos obtenidos en la figura 1, demuestran el efecto positivo sobre este indicador de las dosis de Quitomax aplicadas, sobre todo las correspondientes a las mayores dosis, las cuales difieren del tratamiento control. Los resultados logrados superan la media nacional de la campaña 2016 y superan la media de Granma que fue de 4,5 t ha⁻¹ en frío y 5.52 t ha⁻¹ en primavera durante el año anterior, según informe presentado por la dirección de arroz de la provincia Granma en la reunión del Polo de Arroz (MINAG, 2017), efectuada en la cooperativa Enrique Errimán del municipio Yara.

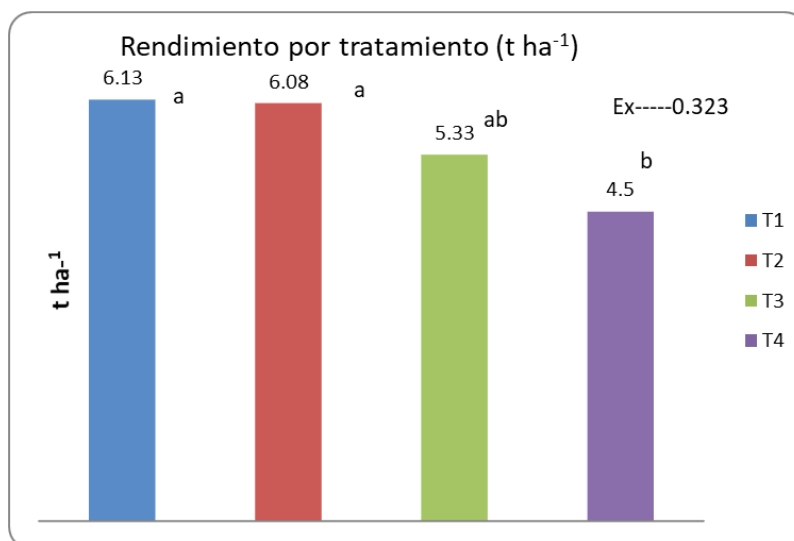


Figura1: Rendimiento obtenido por tratamiento (t ha⁻¹).

En la propia plenaria se presentaron a productores que lograron en las dos campañas del 2016 rendimiento de hasta 10 t ha⁻¹, lo que demuestra que aún las potencialidades productivas de este cultivo no se logran plenamente ni a nivel nacional ni provincial en las empresas estatales, por lo que la aplicación de alternativa que incrementen los rendimientos como la aplicación de Quitomax[®] contribuye a lograr el objetivo de obtener mayores rendimientos en este cultivo.

Morejón *et al.*, (2012) al evaluar tres variedades en cuatro localidades de la provincia de Pinar del Rio reportan rendimientos entre 1,86 y 3,63 t ha⁻¹, lo que está muy por debajo de lo logrado en este trabajo.

El promedio de rendimiento por hectárea de arroz a nivel mundial es de 3 863 kg, esto indica que se está por encima de la media mundial, pero si se compara Cuba con sus suelos prometedores con países como China, donde el rendimiento por hectárea es de 6 241 kg, se evidencia una deficiencia en la técnica de siembra para con estos cultivos, aunque Granma produjo 4,320 kg ha⁻¹ promedio en el 2020 (ONE, 2021).

En Vietnam, Toan y Hanh (2013), al aplicar quitosana a una dosis entre 10 y 15 ppm cada diez días hasta los 120 DDG en diferentes áreas arroceras, evidenciaron incrementos en el crecimiento, rendimiento y la protección contra enfermedades de este cultivo.

El Quitomax® 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 al inicio de la floración aproximadamente a los 48 DDG(días después de la germinación).

En estudios recientes el Quitomax® se ha utilizado como biofertilizante en diferentes tipos de cultivos como el maíz y el tabaco (González Gómez *et al.*, 2017), el arroz (Molina Zerpa, Colina, Rincón., & Vargas, 2017), la orquídea (Vera Alvarado & Parismoreno, 2017), mejorando el proceso de germinación, enraizamiento, producción del follaje de las plantas, los rendimientos de la cosecha y adsorción de micronutrientes y estimulando el mecanismo de defensa de las plantas y la formación de barreras físicas (Cybulska *et al.*, 2014).

Morejón *et al.*, (2021), al evaluar la aplicación de Quitomax® en la Linea 1 y la variedad INCA Lp-5 de arroz, reportó valores de 4,33 y 5,33 t ha⁻¹ respectivamente; y estos autores concluyen en que el rendimiento agrícola es superior cuando los genotipos son tratados, confirmando las potencialidades del Quitomax® 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, se incrementan 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 Boonlertnirun 2013)

El Quitomax®, 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.

La Tabla 4 muestra las correlaciones entre las variables evaluadas y los tratamientos aplicados, los valores superiores a 0,43 se consideraron como significativos estadísticamente ($p \leq 0,05$).

	NG	NGLL	NGV	R
NG	1,00			
NGLL	0,96	1,00		
NGV	0,09	-0,12	1,00	
R	0,60	0,50	0,29	1,00

Tabla 4: Matriz de correlaciones entre las variables evaluadas y los tratamientos. Correlaciones significativas a partir de 0,4329 para $p \leq 0,05$

El valor de correlación más alto lo tiene el número de granos al correlacionarlo con el número de granos llenos, seguido del rendimiento con el número de granos.

Los caracteres tratamientos aplicados, número de panículas, número de granos, y número de granos llenos fueron las que más se correlacionaron con el rendimiento obtenido, similares resultados, obtuvo Morejón (2012) al caracterizar variedades de arroz adaptadas al frío en Los Palacios, Pinar del Río.

El número de granos llenos se correlacionaron directamente con el número de granos y tuvieron igual comportamiento el número de hojas y de hijos. Similares resultados, obtuvo Quintero (2009) al evaluar los factores limitantes para el crecimiento y productividad del arroz en Entre Ríos, Argentina.

Tanto David (2012), al caracterizar morfo agronómicamente variedades de arroz colectadas en fincas de productores de la provincia de Pinar del Río como Martínez (2010) al caracterizar y optimizar el ahijado del arroz en el Delta del Ebro, Valencia, España, obtuvieron un comportamiento similar a los obtenidos en este trabajo en cuanto a la correlación de las diferentes variables evaluadas.

Conclusiones.

Al evaluar la respuesta agronómica del arroz variedad IACUBA 41 con la aplicación de diferentes dosis de Quitomax al inicio de floración, se determinó que los mejores resultados se obtuvieron cuando se aplica la dosis de 360 mg ha^{-1} , con la cual se logró un rendimiento de $6,13 \text{ t ha}^{-1}$, superior en un 30 % alcanzado en la campaña anterior igual con esta variedad en

áreas de la UBPC "Rubén Martínez Villena", municipio de Yara, provincia Granma.

Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones a la que arriba este trabajo se puede recomendar el uso de la dosis de 360 mg ha⁻¹, de Quitomax al cultivo del arroz, IACUBA 41 al inicio de la floración en áreas de la UBPC "Rubén Martínez Villena", municipio de Yara, provincia Granma.

Bibliografías

- Bittelli, M., Flury, M., Campbell, G. S. & Nichols, E. J. 2016. "Reduction of transpiration through foliar application of chitosan". *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 107, no. 3, pp. 167-175, ISSN 0168-1923, DOI 10.1016/S0168-1923(00)00242-2, <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192300002422>>.
- Boonlertnirun, S., Boonraung, C. y Suvanasara, R. 2008. Application of chitosan in rice production. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 18(2), 47–52
- Boonreung, C, Boonlertnirun, S. 2013. Efficiency of chitosan for controlling dirty panicle disease in rice plants. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 2013;8(5):380–384
- Chitolab.2016. Aplicación es en el campo de la agricultura. Chitosanlab 7. Productor y exportador de quitosana. Iann Er Groez 56 400 .Paris Francia.
- David, Donessa. 2012. Caracterización morfoagronómica de variedades de arroz (*Oryza sativa L.*) colectadas en fincas de productores de la provincia de Pinar del Río. Trabajo de Diploma. Universidad de Pinar del Río. Cuba. . 73 p
- FAO. 2022. Seguimiento del Mercado del arroz. <http://www.fao.org/docre>.
- Garcia, L. G. S., de Melo Guedes, G. M., Fonseca, X. M. Q. C., Pereira-Neto, W. A., Castelo-Branco, D. S. C. M., Sidrim, J. J. C., de Aguiar Cordeiro, R., Rocha, M. F. G., Vieira, R. S., y Brilhante, R. S. N. 2020. Antifungal activity of different molecular weight chitosans against planktonic cells and biofilm of *Sporothrix brasiliensis*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 143, 341–348. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.031>.
- Heredia, A. 2021. Evaluación de cuatro variedades de arroz en condiciones de suelos salinos de la provincia Granma . Tesis de Maestría. Universidad de Granma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. P-78

- Mauch-Mani, B., Baccelli, I., Luna, E., y Flors, V. 2017. Defense Priming: An Adaptive Part of Induced Resistance. *Annual Review of Plant Biology*, 68(1), 485–512. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042916-041132>.
- MINAG. 2017. Manual Técnico de Cultivo del arroz. Instituto de Investigaciones del cultivo del arroz. La Habana Cuba. P45.
- Molina Zerpa, J., Colina, M. y Rincón., D. 2017. Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2), 151 –165. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/16.2011>
- Morejón, R. 2012. Comportamiento de tres variedades comerciales de arroz en áreas del complejo agroindustrial arrocero «Los Palacios». *Cultivos Tropicales*, 30(1), 46-49.
- 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?hl=es&lr=&id=KAqX9kMkCyEC&oi=fnd&pg=PA7&dq=funciones+del+fosforo&ots=kkJh8b_ofB&sig=QxFgqfLksxf66wwlcGmfUZNcFh4#v=onepage&q&f=false.
- Nápoles, S., Garza, T., Reynaldo, I. 2016. Respuesta del cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata* L.) Var. Lina a diferentes formas de aplicación del PECTIMORF[®]. *Cultivos Tropicales*, vol. 37(3): 172-177
- ONE. 2021. Sector Agropecuario: Indicadores seleccionados. ONEI. mayo [Internet]. Available from: <https://www.google.com/cu/search?q=Sector+Agropecuaria%3A+Indicadores+seleccionados%2C+ONEI%2C+mayo+2021&oeq=Sector+Agropecuaria%3A+Indicadores+seleccionados%2C+ONEI%2C+mayo+2018&iaqs=chrome..69i57j69i60.3391j0j8ysourceid=chrome&ie=UTF-8>.
- Quintero, E. 2009. Factores limitantes para el crecimiento y productividad del arroz en Entre Ríos, Argentina. [Tesis Doctoral]. Universidad de Coruña. . 167p.
- Reyes-Pérez, J. J., Enríquez-Acosta, E. A., Ramírez-Arrebató, M. Á., Rodríguez-Pedroso, A. T., Lara-Capistrán, L., y Hernández-Montiel, L. G. 2019. Evaluation of the growth, yield and nutritional quality of pepper fruit with the application of Quitomax[®]. *Ciencia e Investigación Agraria*, 46(1), 23–29. <http://doi.org/10.7764/rcia.v46i1.2002>

- Reyes-Pérez, J. J., Ramos-Remache, R. A., Llerena-Ramos, L. T., Ramírez-Arrebato, M. Á. y Falcón-Rodríguez, A. B. 2021. Potencialidades de oligolacturónidos y quitosacáridos en el enraizamiento de las plantas. *Terra Latinoamericana*, 39, 1-9.
- Rodríguez, A., Ramírez, M., Falcón, A., Bautista, S., Ventura, E. y Valle, Y. 2017. Efecto del Quitomax® en el rendimiento y sus componentes del cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) var. INCA LP 5. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 156-159.
- Rodríguez-Pedroso, A. Juan José Reyes-Pérez, Yuniel Méndez-Martínez, Miguel Angel Ramírez-Arrebato1, Alejandro Falcón-Rodríguez, Yosleidy Valle-Fernández, Luis Guillermo Hernández-Mont. 2019. Efecto del Quitomax® en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L.) var. J-104. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 2019, 36: 98-110. Abril-Junio
- Salazar, Y; Martínez; Gallardo, A. 2021. Los bioestimulantes. Una alternativa para el desarrollo agroecológico cubano Biostimulants. An alternative for Cuban agroecological development. RNPS: 2178 / ISSN. 2076-281X -- *ECOVIDA Vol.11 No.3*. <https://orcid.org/0000-0001-5196-7906>.
- SICA. 2020. Cultivo de arroz sistema intensificado. Experiencia dedicada a los pequeños agricultores de arroz. Obtenido de <http://sri.ciifad.cornell.edu/countries/ecuador/EcuGilLibroCultivodiArroz08.pdf>
- Socorro, M., Alemán, L. y Sánchez, S. 2005. El cultivo popular del arroz en Cuba. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 7 p.
- Toan NV, Hanh TT. 2013. Application of chitosan solutions for rice production in Vietnam. *African Journal of Biotechnology*. 2013;12(4):382–4. doi:10.5897/AJB12.2884
- Vera Alvarado, K., y Parismoreno, L. 2017. *Uso de quitosano en medios de cultivo para el desarrollo en la propagación in vitro de la Orquídea cattleya spp*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil Ecuador