

Efecto de los productos bioactivos en semillas de maíz blanco (*Zea mays* L.), variedad Cariaco (Original)

Effect of bioactive products on seeds of white corn (*Zea mays* L.), variety Cariaco (Original)

Adel Pantoja Verdecia. Ingeniero Agrónomo. Especialista en Posgrado en Sanidad Vegetal.

Instructor. Centro Universitario Municipal. Cauto Cristo. Granma. Cuba.

apantojav@udg.co.cu 

Adys Jordan Pantoja. Ingeniero Agrónomo. Máster en Desarrollo Socioeconómico Local.

Profesor Auxiliar. Centro Universitario Municipal. Cauto Cristo. Granma. Cuba.

ajordanp@udg.co.cu 

Dannier Manuel Capote Oduardo. Ingeniero Agrónomo. Especialista en Posgrado en Sanidad Vegetal. Instructor. Centro Universitario Municipal. Cauto Cristo. Granma. Cuba.

dannier@s7361.dpgr.bandec.cu 

Recibido: 09-03-2024/Aceptado: 19-04-2024

Resumen

El estudio se realizó en condiciones de campo, en las áreas pertenecientes a la Granja San Blas (finca de semillas) de la Empresa Agropecuaria del Ministerio del Interior, ubicada en la localidad de Cerca Blanca, en el municipio Bayamo, provincia Granma. El objetivo es evaluar el efecto de tres productos bioactivos en semillas de maíz blanco, variedad Cariaco. Las semillas fueron tratadas en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Granma. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (tratamiento control), T2 (semillas embebidas con una solución de Quitomax®), T3 (semillas tratadas con Azofert®) y T4 (semillas tratadas

con Ecomic®), con un diseño experimental de bloque al azar con tres réplicas. El análisis estadístico utilizado fue un análisis de varianza de clasificación doble y cuando existieron diferencias significativas, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias por Duncan, para un nivel de significación del 5%. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en relación con los indicadores vegetativos y con el componente del rendimiento, obteniéndose los mejores resultados cuando las semillas fueron tratadas con Quitomax®.

Palabras clave: maíz blanco; Azofert®-F; Quitomax®; Ecomic®.

Abstract

The study was carried out under field conditions, in the areas belonging to the San Blas Farm (seed farm) of the Agricultural Enterprise of the Ministry of the Interior, located in the locality of Cerca Blanca, in the municipality of Bayamo, Granma province. The objective is to evaluate the effect of three bioactive products in white corn seeds, Cariaco variety. The seeds were treated in the laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Granma. The treatments evaluated were: T1 (control treatment), T2 (seeds soaked in a solution of Quitomax®), T3 (seeds treated with Azofert®) and T4 (seeds treated with Ecomic®), with a randomized block experimental design with three replicates. The statistical analysis used was a double classification analysis of variance and when significant differences existed, the Duncan multiple comparison of means test was applied, for a significance level of 5 %. The results obtained showed significant differences between treatments in relation to vegetative indicators and the yield component, with the best results obtained when the seeds were treated with Quitomax®.

Keywords: white corn; Azofert®-F; Quitomax®; Ecomic®.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales de mayor importancia económica en el mundo, donde ocupa el segundo lugar después del trigo (*Triticum aestivum* L.). Con una producción global de unos 600 millones de toneladas, constituye el alimento del 20% de la humanidad pues se cultiva por lo menos en más de 70 países, ocupando la superficie sembrada un área de más de 120 millones de hectáreas. Asimismo, resulta el cultivo más repartido de todo el mundo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2023).

En Cuba, el cultivo del maíz ha sido tradicional en el desarrollo de la agricultura y constituye, desde la cultura indígena hasta la época actual, un producto básico tanto en la alimentación humana, como del ganado y de las aves (González del Valle, 1941, citado por Ferro et al., 2021).

Según Salazar et al. (2021), el objetivo de la aplicación de los bioestimulantes es contribuir a mejorar la calidad y productividad de los cultivos mediante la eliminación total o parcial de los fertilizantes químicos e introducirlos, junto a los abonos orgánicos, como tecnología para producir una agricultura orgánica, ecológica y sustentable. Por otra parte, en este sector existe una gama de bioestimulantes, entre los que sobresale la quitosana por su amplio empleo, que poseen la capacidad de incrementar los rendimientos (Mederos et al., 2020 y Starobinsky et al., 2021).

Uno de los problemas que se presentan en la producción de maíz es el uso indiscriminado de fertilizantes químicos en los sistemas de producción; es por ello que el objetivo fue evaluar la efectividad de productos bioactivos en semillas de maíz blanco, variedad Cariaco, en condiciones edafoclimáticas en la localidad de Cerca Blanca, municipio Bayamo.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en áreas de la Granja San Blas (finca de semillas) perteneciente a la Empresa Agropecuaria del Ministerio del Interior (MININT), ubicada en la localidad de Cerca Blanca, en el municipio Bayamo, provincia Granma, con un área total de 32,88 ha. Se evaluó la variedad de maíz blanco Cariaco, procedente de un productor individual, sembrada de forma manual sobre un suelo pardo con carbonato (Hernández et al., 2015), cuyas características físico-químicas fueron determinadas en el Laboratorio de Suelos de Granma (tabla 1).

Tabla 1. Características físico-químicas del suelo

Cationes intercambiables					%	mg/100srterg		pH	
Cmol/Kg								U/ Ph	
Ca	Mg	Na	K	VT	MO	P ₂ O ₅	K ₂ O	KCL	H ₂ O
13.6	12.17	0.333	0.83	29.12	3.08	18.023	34.544	5.9	7.5

Fuente: elaboración propia.

El marco de plantación empleado fue de 0,60 m de distancia entre hileras y 0,30 m de distancia entre plantas; la preparación del suelo y las atenciones culturales se realizaron según las normas técnicas para el cultivo del maíz amarillo, por ser de la misma familia y poseer características de crecimiento y desarrollo similares a este (Ferro et al., 2021).

En la tabla 2 se muestran las principales variables climáticas en el área de estudio, tomadas del registro de la Estación Meteorológica, perteneciente a la Delegación Territorial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de la provincia de Granma.

Tabla 2. Principales variables climáticas del área de estudio.

Variables climáticas	Abril	Mayo	Junio	Julio
Temperatura media mensual en (°C)	24,2	23,6	25,2	24,5
Temperatura máx. mensual en (°C)	32,2	31,4	29	30.1
Temperatura mín. mensual en (°C)	17,8	17	19.5	20.9
Humedad relativa (promedio por meses)	71	68	70	72

Fuente: elaboración propia.

Se evaluó la variedad de maíz blanco Cariaco, sembrada de forma manual. Se aplicaron tres productos bioactivos (Azofert®-F, Ecomic® y Quitomax®) y un tratamiento control.

Tratamientos evaluados

- T₁ - semillas sin tratar. Previo a la siembra, las semillas fueron humedecidas con agua con un asperjador.
- T₂ - semillas tratadas con Quitomax®. Antes de realizar la siembra, las semillas fueron embebidas en una solución de Quitomax® con una concentración de 1g L⁻¹, durante 4 horas; luego, fueron extraídas de la solución y puesta a secar en un lugar seco y a la sombra.
- T₃ - semillas tratadas con Azofert®. Con una solución de Azofert®-F a una concentración de 1g L⁻¹, producida por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Mayabeque a base de bacterias del género rhizobium, fueron asperjadas las semillas hasta su total humedecimiento y puestas luego a secar a la sombra, en un lugar aireado.
- T₄ - semillas tratadas con Ecomic®. Se realizó una pasta, a base de micorrizas, con el Ecomic® procedente del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Mayabeque. Las semillas fueron humedecidas con agua de azúcar para que sirviera como adherente y pasadas por la pasta hasta lograr su recubrimiento.

La siembra se realizó sobre un diseño de bloques al azar con tres réplicas y cuatro tratamientos, en parcelas de 20 m de largo y 5 m de ancho; para ello, fueron escogidas 30 plantas, efectuándose las siguientes mediciones:

- Altura de la planta (cm): se midió con una cinta milimetrada a partir de la base del tallo por debajo del primer entrenudo hasta la parte superior de las ramas o copa de la plántula a los 10 días después de la germinación y con una frecuencia de 10 días hasta la emisión de la hoja bandera.
- Número de hojas por plántula: se realizó mediante la observación visual de cada planta individual por tratamiento, a los 10 días después de la germinación y con una frecuencia de 10 días hasta la emisión de la hoja bandera.

- Diámetro del tallo (mm): se midió con un pie de rey por el centro del tallo a los 10 días después de la germinación y con una frecuencia de 10 días hasta la emisión de la hoja bandera.

Indicadores productivos

Para evaluar los indicadores productivos de cada tratamiento, después de la cosecha, en estado seco y con un nivel de humedad entre 14-18% de los granos, se seleccionaron 30 mazorcas de cada tratamiento y se evaluaron las siguientes variables: peso de la mazorca (g), número de hilera por mazorca, número de granos por hilera, peso de 1000 granos (g), peso de la tusa (g) y rendimiento agrícola ($t \cdot ha^{-1}$).

Los datos se procesaron a través del Paquete Estadístico Statistica v. 10.0 para Windows, empleando un análisis de varianza de clasificación doble. En los casos en que los indicadores mostraron diferencias estadísticas significativas, se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias por Duncan para un nivel de significación del 5%.

Análisis y discusión de los resultados

Resultados obtenidos en las variables del crecimiento evaluadas

Al analizar el comportamiento de los parámetros del crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz con la aplicación de Azofert®, Ecomic® y Quitomax®, los resultados de esta investigación (tabla 3) muestran que el tratamiento T2 fue el que tuvo mejores resultados en los indicadores evaluados. En cuanto a la altura de la planta, el tratamiento T2 presentó la mayor altura, con diferencias significativa con el resto. El mejor tratamiento fue el de Quitomax® aplicado mediante la combinación de imbibición de la semilla con una concentración de $1g L^{-1}$. Los tratamientos de Azofert® y Ecomic® no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto al tratamiento control.

Tabla 3. Efecto del Azofert®, el Ecomic® y el Quitomax® en las variables de crecimiento evaluadas.

Tratamientos	Altura de la planta (m)	Diámetro del tallo (cm)	Número de hojas
T1-Control	2,0 c	3,0 c	13,0 c
T2- Quitomax®	2,7 a	3,8 a	16,0 a
T3- Azofert®-F	2,2 b	3,4 b	14,0 b
T4- Ecomic®	2,2 b	3,4 b	14,0 b
EE	0,22	0,26	0,22

Leyenda: EE-error estándar

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas en el resto de las mediciones con respecto a tratamiento control y están en correspondencia con los citados por Rodríguez et al. (2023), los cuales indican que los productos bioactivos son efectivos en las condiciones de este tipo de suelo. Estudios realizados por Reyes et al. (2020) sobre el efecto de la quitosana sobre la germinación de diferentes semillas, coinciden con los resultados positivos alcanzados en la presente investigación.

El diámetro del tallo mostró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, el mayor valor se logró cuando las semillas se embebieron en la solución de Quitomax®, con una concentración de 1 g L^{-1} . Los tratamientos de Azofert® y Ecomic® no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero fueron superiores al tratamiento control.

De los resultados obtenidos, se puede concluir que el embeber las semillas en disoluciones de Quitomax® provoca beneficios, al lograrse incrementos significativos en comparación con el resto de los tratamientos, en cuanto a los indicadores anteriormente analizados, como altura de la planta y diámetro del tallo.

Resultados similares fueron obtenidos por Reyes et al. (2021) en el cultivo del tomate, los cuales demuestran la acción positiva del Quitomax® en esta variable de crecimiento. Los mayores valores correspondieron a los tratamientos, donde se embebieron las semillas con las concentraciones de $0,5$ y $1,0\text{ g L}^{-1}$ de Quitomax® con respecto al tratamiento con la menor concentración evaluada del producto ($0,1\text{ g L}^{-1}$) y al control.

El comportamiento del número de hojas por planta mostró diferencias significativa entre los tratamientos evaluados, el mayor valor se logró, cuando las semillas se embebieron en la solución de Quitomax®, con una concentración de 1 g L^{-1} . Los tratamientos de Azofert® y Ecomic® no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero ambos superaron al tratamiento control.

La respuesta mostrada por las plantas tratadas con Azofert® puede estar relacionada con la sintetización de fitohormonas que promueven el crecimiento y provocan cambios morfológicos y fisiológicos de la raíz y micro-biocontrol (Salazar et al., 2021).

Estos resultados corroboran los obtenidos por Jiménez et al. (2023) al evaluar el crecimiento de plantas de papa tratadas con el polímero de quitosana en condiciones *in vitro*; otros autores indicaron efectos positivos en diferentes variables del crecimiento, tales como aumento en el número de hojas, así como en la longitud y diámetro de los tallos (Mederos et al., 2020).

Resultados similares fueron obtenidos por Reyes et al. (2021) en la aplicación de Quitomax® en el cultivo del tomate, con el que se favorece el número de hojas por plántula. En los tratamientos donde se embebieron las semillas con las concentraciones de $0,5$ y $1,0\text{ g L}^{-1}$, este indicador cuantificó el mayor valor en el tratamiento con la concentración de $1,0\text{ g L}^{-1}$ del producto.

De manera general, en todas las variables de crecimiento evaluadas, los tres productos bioactivos tuvieron una incidencia positiva, obteniéndose los mejores resultados con la aplicación de Quitomax® mediante imbibición de semillas. Esto resultó beneficioso para el crecimiento de las plántulas de maíz con respecto a las plántulas provenientes de semillas no tratadas.

En la tabla 4 se refleja que el número de hileras por mazorcas mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, ya que se logra el mayor valor cuando las semillas son embebidas en la solución de Quitomax® con una concentración de 1g L⁻¹. Los tratamientos de Azofert® y Ecomic® no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto al tratamiento control.

Tabla 4. Efecto del Azofert®, Ecomic® y Quitomax® sobre el número de hileras por tratamientos

Tratamientos	Número de hileras
T1-Control	14,20c
T2- Quitomax®	15,30 ^a
T3- Azofert®-F	14,65b
T4- Ecomic®	14,74b
EE	0,16

Leyenda: EE-error estándar.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos están en correspondencia con los alcanzados por Salazar et al. (2021), los cuales muestran la eficiencia de estos bioproductos. La respuesta del tratamiento Azofert® está relacionada por su calidad al inducir en las bacterias la síntesis y excreción de metabolitos de especial interés y función en esta interacción, como son los factores de modulación, quienes resultan en un mejor aprovechamiento del agua y de los nutrientes.

Jiménez et al. (2023) plantean que la aplicación de Quitomax® en los cultivos favorece el crecimiento y desarrollo de microorganismos beneficiosos. Estos resultados corroboran los obtenidos por Blanco et al. (2021) al evaluar la efectividad de la aplicación de Quitomax® en etapas tempranas del cultivo del maíz. El análisis de los resultados mostró una mejor respuesta de las plantas cuando recibieron la combinación de la imbibición de las semillas con la aspersión foliar de Quitomax® a una concentración de 1g L⁻¹.

En la tabla 5 se refleja que el número de granos en hileras por mazorca mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados cuando las semillas se embebieron en la solución

de Quitomax® con una concentración de 1g L⁻¹. Los tratamientos de Azofert® y Ecomic® no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto al tratamiento control.

Tabla 5. Efecto del Azofert®, Ecomic® y Quitomax® sobre el número de granos por tratamientos

Tratamientos	Número de granos
T1-Control	39,50c
T2- Quitomax®	42,20 ^a
T3- Azofert®-F	41,30b
T4- Ecomic®	41,40b
EE	0,19

Leyenda: EE-error estándar.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 6 se refleja que el peso de mazorcas mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados cuando las semillas se embebieron en la solución de Quitomax® con una concentración de 1g L⁻¹. Los tratamientos de Azofert® y Ecomic® no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto al tratamiento control.

Tabla 6. Efecto del Azofert®, Ecomic® y Quitomax® sobre el peso de las mazorcas por tratamiento (g)

Tratamientos	Pesos de las mazorcas (g)
T1-Control	205,05c
T2- Quitomax®	261,80a
T3- Azofert®-F	237,75b
T4-Ecomic®	236,25b
EE	0,16

Leyenda: EE-error estándar.

Fuente: elaboración propia.

La respuesta favorable de los indicadores productivos puede deberse a que la aplicación de Quitomax® estimuló los procesos fisiológicos de las plantas (Falcón et al. 2021). Incrementos en el rendimiento de los cultivos como resultado de la aplicación de quitosana se aprecian en el tomate (Reyes et al. 2020), así como en el arroz (Jiménez et al., 2023).

En la tabla 7 se refleja que el peso de las tusas mostró diferencia significativa entre los tratamiento evaluados cuando las semillas se embebieron en la solución de Quitomax® con una concentración de 1g L⁻¹. Los tratamientos de Azofert® y Ecomic® no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto al control.

Tabla 7. Efecto del Azofert®, Ecomic® y Quitomax® sobre el peso de las tusas por tratamiento (g).

Tratamientos	Pesos de las tusas (g)
T1-Control	28,50c
T2- Quitomax®	30,60 ^a
T3- Azofert®-F	29,50b
T4- Ecomic®	29,65b
EE	0,19

Leyenda: EE-error estándar.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados corroboran lo planteado por Mederos et al. (2020), quienes indicaron que la quitosana tiene un efecto sobre la división celular. En la tabla 8 se refleja que el peso de 1000 granos mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, logrando el mayor valor cuando las semillas se embebieron en la solución de Quitomax® con una concentración de 1g L⁻¹. Los tratamientos de Azofert® y Ecomic® no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto al control.

Tabla 8. Efecto del Azofert®, Ecomic® y Quitomax® sobre el peso de 1000 semillas por tratamiento (g)

Tratamientos	Pesos de 1000 granos (g)
T1-Control	308,20c
T2- Quitomax®	360,90a
T3- Azofert®-F	340,11b
T4- Ecomic®	341,40b
EE	0,19

Leyenda: EE –error estándar

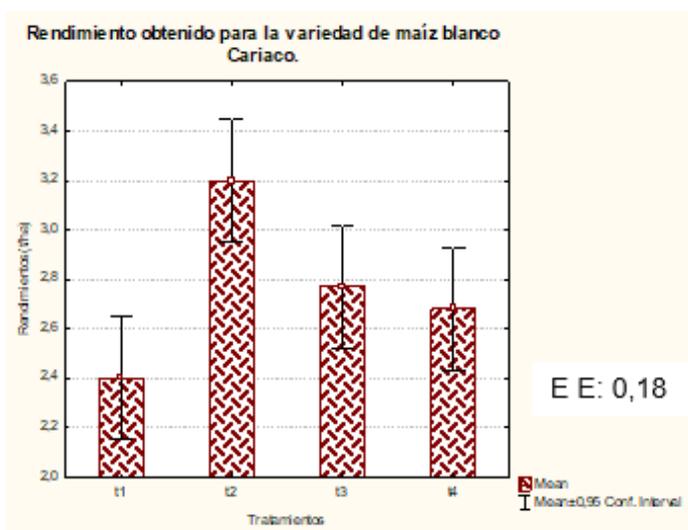
Fuente: elaboración propia.

Resultados similares han sido publicados a partir de estudios realizados en diferentes cultivos como maíz y tomate, para determinar las potencialidades de los polímeros de quitosana, en los que se lograron estimular el crecimiento mediante imbibición de semillas en estadios de semilleros, al igual que componentes del rendimiento como el peso de los frutos (Falcón et al., 2021; González et al., 2022).

Con la aplicación del producto Quitomax®, se logró un incremento significativo en todos los componentes del rendimiento evaluados respecto al resto de los tratamientos y supera significativamente al control, lo que demuestra el efecto positivo de este producto en el desarrollo de las plantas de maíz blanco en condiciones de campo.

En la figura 1 se refleja que el rendimiento mostró diferencias significativas en los tratamientos evaluados cuando las semillas se embebieron en la solución de Quitomax® con una concentración de 1g L⁻¹. Los tratamientos de Azofert® y Ecomic® no mostraron diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto al control.

Figura 1. Efecto del Azofert®, Ecomic® y Quitomax® sobre el rendimiento de plantas de maíz blanco, variedad Cariaco



Fuente: elaboración propia.

Resultados similares a los encontrados en esta investigación han sido publicados por Falcón et al. (2021) a partir de estudios realizados en diferentes cultivos como pimiento y frijol, relacionados con la aplicación de Quitomax®, en los que lograron estimular los rendimientos por aspersión foliar en campo con resultados promisorios. Reyes et al. (2021) demostraron que el bioestimulante Quitomax® aplicado por imbibición en semillas del cultivo de tomate estimuló los rendimientos y logró el incremento del cultivo en un 55 % respecto al control de producción: "La utilización de productos bioactivos en la agricultura, como los hidrolizados de quitosana, contribuyen a disminuir los gastos destinados a la compra de fertilizantes y agentes fitosanitarios,

evita la contaminación ambiental y garantiza una dieta más sana al hombre" (Messiaen, 1994, citado por Rodríguez et al, 2013, p.83).

En la tabla 9 se muestran los resultados económicos: el mejor comportamiento se obtuvo con la dilución de Quitomax® con una concentración de 1g L⁻¹, lo cual reportó un beneficio económico del valor agregado de la producción de 15 789,00 CUP por ha, respecto al tratamiento control, seguidos de los tratamientos Azofert® y Ecomic®, ambos reportan un incremento de 15,42 y 11,66 % respectivamente, respecto al tratamiento control.

Tabla 9. Valoración económica para la variedad de maíz Cariaco

Tratamientos	Rendimiento (t ha⁻¹)	Valor de la producción CUP)	Valor agregado de la producción(CUP)	% de incremento
T1-Control	2,4	47 368,00	
T2- Quitomax®	3,2	63 157,00	15 789,00	33,33
T3- Azofert®-F	2,77	54 671,00	7 303,00	15,42
T4- Ecomic®	2,68	52 894,00	5 526,00	11,66

Fuente: elaboración propia.

El Quitomax®, el Azofert® y el Ecomic® reportan beneficios económicos respecto al tratamiento que no conllevó aplicación de producto. En el caso del tratamiento Azofert® y Ecomic®, ambos reportaron un beneficio respecto al valor agregado de la producción de 7 303,00 y 5 526,00 CUP, respectivamente. En relación con al tratamiento control, se destaca que las mayores diferencias se obtuvieron con la dilución de Quitomax® con un beneficio de 15 789,00 CUP respecto al tratamiento sin aplicación del producto, lo que respondió en mayor grado a las características del Quitomax®, por su capacidad de incrementar los rendimientos. Esto es demostrado por varios autores como Falcón et al. (2021), quienes destacan que resulta económicamente sustentable su introducción en la agricultura, para lograr incrementos en la producción de plantas de maíz blanco con una mayor calidad. El valor agregado de la producción obtenido es significativo, lo que proporciona un beneficio neto alto al productor debido a la acción beneficiosa de este producto sobre el cultivo.

Conclusiones

1. La aplicación del QuitoMax®, el Azofert® y el Ecomic® fue efectiva al aumentar los indicadores de crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz blanco, variedad Cariaco. El mejor comportamiento se obtuvo cuando las semillas se embebieron en la solución de Quitomax® con una concentración de 1 g L^{-1} , lo que indica que los productos bioactivos son efectivos en las condiciones de este tipo de suelo.

2. Los indicadores productivos: número de hilera en mazorca, número de granos en mazorcas, peso de la mazorca, peso de la tusa, peso de 1000 granos y rendimiento agrícola, alcanzaron los máximos valores cuando las semillas se embebieron en una solución de QuitoMax® con una concentración de 1 g L^{-1} .

3. Los ingresos por concepto de venta, alcanzaron los máximos valores cuando las semillas fueron tratadas con QuitoMax®, lográndose un valor agregado de 15 789,00 CUP, comparado con el tratamiento control.

Referencias bibliográficas

- Blanco, Y., Cartaya, O. E., Castro, I. & Espina, M. (2021). Efecto de la aplicación de un bioproducto en etapas tempranas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos Tropicales*, 42(4), 1-10. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1619>
- Falcón, A. B., González, D., Nápoles, M. C., Morales, D. M., Núñez, M. C., Cartaya, O. E., Martínez, L., Terry, E., Costales, D., Dell, J. M., Jerez, E., González, L. G. & Jiménez, M. C. (2021). Oligosacarinas como bioestimulantes para la agricultura cubana. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 11(1), 2-14. <https://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/852/997>

- Ferro, E. M., Sarmiento, R., Martínez, L., Gigato, A., Chirino, E. & Gómez, M. A. (2021). El maíz (*Zea mays*), en la evaluación histórica y social del municipio La Palma. *ECOVIDA*, 11(3), 305-323. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9439131>
- González, L. G., Jiménez, M. C. & Olivet, E. (2022). Evaluación de tres distancias de siembra y Quitomax en el cultivo del maíz. *REDEL Revista Granmense de Desarrollo Local*, 6(1), 1-13. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/download/3053/6523/12727>
- Hernández, A., Bosch, D., Pérez, J. M. & Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). <https://isbn.cloud/9789597023777/clasificacion-de-los-suelos-de-cuba-2015/>
- Jiménez, M. C., González, L. G., Peña, L. R. & Falcón, A. B. (2023). Efecto de la aplicación de Quitomax en el cultivo del arroz (*Oriza sativa*, L), variedad IACUBA 41. *Revista Ciencia y Tecnología*, 1(2), 1-22. <https://cct-uleam.info/index.php/chone-ciencia-y-tecnologia/article/view/55/97>
- Mederos, Y., Ramírez, M. A., Falcón, A., Bernabé, P. & Moreno, A. M. (2020). Estabilidad química y actividad biológica del QuitoMax® durante su almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 41(1), 1-4. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1540/2788>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO). (2023). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural-urban continuum*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/620611b1-fd72-4b98-aead-9216f4af5ddd/content>

- Reyes, J., Enríquez, E. A., Ramírez, M. A., Zúñiga, E., Lara, L. & Hernández, L. G. (2020). Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(3), 1-12.
https://www.researchgate.net/publication/341379053_Efecto_del_quitosano_sobre_variables_del_crecimiento_rendimiento_y_contenido_nutricional_del_tomate
- Reyes, J. J., Rivero, M., García, E. L., Beltrán, F. A. & Ruíz, F. H. (2021). Aplicación de quitosano incrementa la emergencia, crecimiento y rendimiento del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud, Biotecnia*, 22(3), 1-12.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v22n3/1665-1456-biotecnia-22-03-156.pdf>
- Rodríguez, D. R., González, L. G. & Jordan, A. (2023). Evaluación de Pectimorf® y QuitoMax® en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum*, L. variedad Lical). *REDEL Revista Granmense de Desarrollo Local*, 7(1), 142-150.
<https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/3770/8761>
- Rodríguez, R. C., Figueredo, J. & González, O S. (2013). Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) var. “Amalia”. *Centro Agrícola*, 40(2), 79-84.
<https://biblat.unam.mx/hevila/Centroagricola/2013/vol40/no2/15.pdf>
- Salazar, Y., Alfonso, J. & Gallardo, A. (2021). Los bioestimulantes. Una alternativa para el desarrollo agroecológico cubano. *ECOVIDA*, 11(3), 225-249.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9439130>
- Starobinsky, G., Monzón, J., di Marzo, E. & Braude, H. (2021). *Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo. Capacidades existentes y estrategia de política pública para impulsar su desarrollo en Argentina*. Documento de

trabajo No. 17 del Consejo para el Cambio Estructural. Ministerio de Desarrollo

Productivo Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/dt_17_-_bioinsumos.pdf