



Las Oligosacarinas estimulan el crecimiento y desarrollo de plantas de ajo elefante (*Allium ampeloprasum* L.)

Oligosaccharines promote growth and development of elephant garlic (*Allium ampeloprasum* L.) plants

 Esperanza E. Mendoza Ramírez^{1*},  Miriam de la C. Núñez Vázquez²,
 Obel Báez Rabelo³,  Idalmis de la C. Hernández Escobar⁴

¹Universidad de Artemisa (UA), Facultad de Ingeniería y Ciencias Empresariales, calle 8C No. 713 entre 7 y Campo, Abraham Lincoln Artemisa, Artemisa, Cuba

²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

³Finca-Escuela "La Rebeca". Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) "Niceto Pérez", Güira de Melena, Artemisa, Cuba.

⁴Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", carretera a Tapaste y Autopista Nacional, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

RESUMEN: El uso de bioestimulantes en la producción de plantas es una práctica agrícola amigable con el medio ambiente y una de las herramientas empleadas en la agricultura sostenible. El presente trabajo se realizó, en condiciones de campo, durante el período octubre 2020 -febrero 2021, con el objetivo de determinar la influencia de la aplicación de productos a base de oligosacarinas en el crecimiento y desarrollo de plantas de ajo elefante (*Allium ampeloprasum* L.) cv. 'Fredy'. Se evaluó el efecto de dosis de los productos QuitoMax[®] y PectiMorf[®], en diferentes formas de aplicación (imbibición de las "semillas", aspersión foliar a los 80 DDP y la combinación de ambas; con la particularidad, también, de combinar los productos) sobre el comportamiento del porcentaje de emergencia a los 7 y 14 DDP, la altura (cm) y el número de hojas a los 70, 90 y 110 DDP; así como, las características de los bulbos y el porcentaje de sobrevivencia en el momento de la cosecha. Además, se estimó el rendimiento de las plantas. Los resultados demostraron que, de forma general, la aplicación de QuitoMax[®] fue más eficiente que la del PectiMorf[®] en estimular todos los indicadores evaluados, aunque los mejores resultados se obtuvieron cuando ambos productos se utilizaron de forma combinada, es decir, la imbibición de las "semillas" con QuitoMax[®] y la aspersión foliar de las plantas con PectiMorf[®] o viceversa.

Palabras clave: quitosano, oligosacáridos, altura, rendimiento.

ABSTRACT: The use of biostimulants in plant production is an agricultural practice friendly to environment and one of the tools employed in the sustainable agriculture. The present paper was to determine the influence that the application of products based in oligosaccharines exerted on plant growth and development of garlic (*Allium ampeloprasum* L.) cv. 'Fredy'. The present work was performed, under field conditions, during the period October 2020 - February 2021 with the objective of determining the influence of the application of products based in oligosaccharines on the growth and development of elephant garlic plants (*Allium ampeloprasum* L.) cv. 'Fredy'. The effect of determined doses of QuitoMax[®] and PectiMorf[®] products, in different ways of application ("seed" imbibition, foliar spray at 80 DAP and the combination of both with the particularity was evaluated of also, combining the products) on the behavior of emergence percentage at 7 and 14 DAP. Besides, plant height (cm) and leaf number at 70, 90 and 110 DAP; as well as, the bulb characteristics and

*Autor para correspondencia: esperanza@uart.edu.cu

Recibido: 25/02/2022

Aceptado: 06/08/2022

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Contribución de los autores: **Conceptualización-** Esperanza E. Mendoza Ramírez, Miriam de la C. Núñez Vázquez e Idalmis de la C. Hernández Escobar. **Investigación-** Esperanza E. Mendoza Ramírez y Obel Báez Rabelo. **Metodología-** Esperanza E. Mendoza Ramírez, Miriam de la C. Núñez Vázquez, Obel Báez Rabelo e Idalmis de la C. Hernández Escobar. **Supervisión-** Esperanza E. Mendoza Ramírez y Obel Báez Rabelo. **Escritura del borrador inicial, Escritura y edición final y Curación de datos-** Miriam de la C. Núñez Vázquez, Idalmis de la C. Hernández Escobar y Esperanza E. Mendoza Ramírez.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



the survival percentage at harvest time was evaluated too. In addition, plant yield was estimated. Results shown that, in general, the application of QuitoMax[®] was more efficient than that of PectiMorf[®] in stimulating all the indicators evaluated, although the best results were obtained when both products were used in combination, that is, the “seed” imbibition with QuitoMax[®] and the foliar spray of the plants with PectiMorf[®] or viceversa.

Key words: chitosan, oligosaccharides, height, yield.

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.), originario del Asia Central y del Mediterráneo, es una de las hortalizas más antiguas cultivadas por el hombre (1). Es el condimento natural por excelencia y forma parte de los hábitos alimentarios y terapéuticos de muchas culturas. Según FAO (2019), la producción mundial de ajo es de, aproximadamente, 30,7 millones de toneladas, con un rendimiento promedio que ronda las 19 t ha⁻¹ (2).

En Cuba, la producción de este cultivo descansa, fundamentalmente, en los clones “Criollo” y “Vietnamita” con rendimientos que oscilan entre 4 y 9 t ha⁻¹ (3), los cuales son bajos en comparación con los obtenidos por otros países que informan rendimientos superiores a 10 t ha⁻¹ (4). De ahí, la necesidad que tiene el país de incrementar la producción y el rendimiento de este cultivo; sin embargo, para esto es necesaria la introducción u obtención de nuevos clones y el empleo de prácticas agrícolas sostenibles, que no contribuyan a la contaminación ambiental ni a la degradación de los suelos.

El uso de bioestimulantes en la producción de plantas ha sido ampliamente considerado como una práctica agrícola amigable con el medio ambiente y, por ende, entre las herramientas usadas en la agricultura sostenible. En particular, en la producción hortícola se han aplicado diversos bioestimulantes con el objetivo de incrementar los rendimientos, tanto en condiciones normales como en condiciones de estrés (5, 6).

Particularmente, en el cultivo del ajo, se han utilizado diversos bioestimulantes a base de aminoácidos (7, 8), extractos de algas (9, 10), ácidos húmicos (7, 11) y quitosano (1, 12, 13), entre otros, para incrementar el rendimiento y mejorar la calidad poscosecha. Cabe destacar que la gran parte de estos resultados se ha obtenido utilizando la aspersión foliar como forma de aplicación. Sin embargo, no existe apenas información acerca de la influencia que los bioestimulantes pueden ejercer cuando se aplican a las “semillas”, previo a la plantación, ni se ha encontrado información sobre el uso de oligogalacturónidos en este cultivo.

Recientemente (3), se informó, en el país, la introducción de un nuevo genotipo de ajo elefante (“Fredy”) con mayor potencial de rendimiento que los clones que se usan actualmente. Por todo lo anterior, se decidió acometer el siguiente trabajo cuyo objetivo central fue evaluar la influencia que los bioestimulantes QuitoMax[®] y PectiMorf[®], aplicados en diferentes formas, ejerce en el crecimiento y desarrollo de este nuevo genotipo de ajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se ejecutó en la Finca “La Rebeca”, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios

(CCS) “Niceto Pérez”, ubicada en el Barrio La Cachimba, Carretera Cajío #4, Güira de Melena, provincia Artemisa. Se utilizó el nuevo genotipo de ajo elefante (*Allium ampeloprasum* L.) denominado ‘Fredy’ (3), cuyas “semillas” se plantaron el 26 de octubre de 2020 en suelo Ferralítico Rojo lixiviado (FRRL húmico) (14), de forma mecanizada, a una distancia de 0,90 x 0,05 m. Las oligosacarinas utilizadas como bioestimulantes fueron los productos registrados conocidos como QuitoMax[®] (a base de un polímero de quitosano y sales químicas) y PectiMorf[®] (a base de una mezcla de oligogalacturónidos bioactivos), ambos producidos por el Grupo de Productos Bioactivos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Las formas de aplicación utilizadas fueron: tratamiento a las “semillas” previo a la siembra, aspersión foliar a los 80 días después de la plantación (DDP) y la combinación de ambas formas y de los productos.

Los tratamientos empleados fueron:

1. Control
2. Inmersión de las “semillas” durante 12 horas en PectiMorf[®] 1 mg L⁻¹
3. Inmersión de las “semillas” durante 4 horas en QuitoMax[®] 5 mg L⁻¹
4. Aspersión foliar con PectiMorf[®] 400 mg ha⁻¹
5. Aspersión foliar con QuitoMax[®] 300 mg ha⁻¹
6. Inmersión de las “semillas” durante 12 horas con PectiMorf[®] 1 mg L⁻¹ + Aspersión foliar con QuitoMax[®] 300 mg ha⁻¹
7. Inmersión de las “semillas” durante 4 horas con QuitoMax[®] 5 mg L⁻¹ + Aspersión foliar con PectiMorf[®] 400 mg ha⁻¹.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y tres réplicas. Las parcelas estaban compuestas de 28 hileras de 84 m de largo, es decir, cuatro hileras por tratamiento y por réplica. Se realizó una fertilización de fondo con fórmula completa NPK (9:13:17), a razón de 500 kg ha⁻¹ y, además, se aplicó hidrato de cal (4 kg ha⁻¹) a los 90 DDP. El riego se efectuó por aniego cada cinco días hasta 15 días previo a la cosecha y se realizó el control de las arvenses de forma manual. No hubo afectaciones por plagas.

Las evaluaciones realizadas fueron: porcentaje de emergencia a los 7 y 14 días después de la plantación (DDP) y a 30 plantas por tratamiento (10 por parcela) se les evaluó la altura (cm) y el número de hojas a los 70, 90 y 110 DDP. En el momento de la cosecha, es decir, a los 120 DDP, se evaluó el porcentaje de sobrevivencia y se seleccionaron 30 bulbos por tratamiento, a los cuales se les

determinó la masa (g), los diámetros ecuatorial y polar (mm), así como el número y la masa promedio de un "diente" (g). Para la estimación del rendimiento, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (t ha}^{-1}\text{)} = \frac{[\text{Masa del bulbo (g)} \times]}{1\ 000\ 000} \left[\frac{(\text{no. plantas ha}^{-1} \times \% \text{ de sobrevivencia})/100}{1\ 000\ 000} \right]$$

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación doble y, en el caso de diferencias significativas, las medias se compararon utilizando la prueba de rangos múltiples de Tukey a $p < 0,05$ y para ello se utilizó el Programa Estadístico IBM SPSS Statistics, versión 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La influencia que el tratamiento a las "semillas" con los productos QuitoMax® o PectiMorf®, previo a la siembra, ejerció sobre la emergencia de las plántulas a los 7 y 14 DDP, así como en la altura y el número de hojas a los 70 DDP, se presenta en la [Tabla 1](#). Se aprecia el incremento significativo que provocó la inmersión de los "dientes" en cualquiera de los dos productos en los indicadores evaluados, destacándose el QuitoMax®, el cual indujo un porcentaje de emergencia significativamente superior al PectiMorf®, tanto a los siete como a los catorce días después de la plantación.

En varios cultivos se ha demostrado la efectividad del PectiMorf® en acelerar la germinación de las semillas. Así, en sorgo (15), soya (16) y leucaena (17), el tratamiento a las semillas con una concentración de 10 mg L⁻¹ aceleró la germinación en los dos primeros cultivos e incrementó el porcentaje de emergencia en el tercero. En hortalizas, se ha encontrado que el tratamiento en semillas de habichuela con igual concentración del producto durante cuatro horas estimuló tanto la altura como el número de hojas (18).

El quitosano, por su parte, altera la permeabilidad de la membrana plasmática de las semillas, incrementando las concentraciones de azúcares y de prolina, así como acelera las actividades de algunas enzimas como la peroxidasa, catalasa, fenilalanina amonio liasa y la tirosina amonio liasa. De esta forma, se ha demostrado que la inmersión de semillas de maní en quitosano incrementó la energía y el porcentaje de germinación, la actividad lipasa y los niveles de ácido giberélico y de ácido indolacético (19).

En trigo (20) y en tomate (21) se encontró que el tratamiento de semillas con quitosano o con hidrolizado de quitosano estimuló la germinación y el crecimiento de las plántulas.

En el caso del QuitoMax®, se ha informado que el tratamiento a las semillas de pepino con determinadas concentraciones estimuló la germinación y el crecimiento inicial de las plantas (22); mientras que, en dos cultivares de tomate, se encontró que la inmersión de las semillas durante cuatro horas en una solución de 1 g L⁻¹, mejoró la calidad de las posturas en el momento del trasplante (23).

Los resultados de este trabajo confirmaron la efectividad del tratamiento a las semillas con PectiMorf® o QuitoMax® para estimular la germinación y el crecimiento de las plantas de diversos cultivos; a pesar de que los tiempos de tratamiento y las concentraciones de las soluciones utilizadas fueron diferentes.

En la [Tabla 2](#) se presentan los resultados de la influencia del tratamiento a las "semillas", la aspersión foliar y la combinación de ambos productos y formas de aplicación en el comportamiento de la altura y el número de hojas de las plantas a los 90 y 110 DDP.

Como se aprecia, la respuesta de la altura de las plantas al tratamiento de las "semillas" con PectiMorf® o QuitoMax® se extendió hasta el final del ciclo del cultivo, no encontrándose diferencias significativas con las otras formas de aplicación empleadas. Sin embargo, el comportamiento del número de hojas fue diferente, ya que la imbibición de las "semillas" con QuitoMax® difirió significativamente del control, tanto a los 90 como a los 110 DDP; sin embargo, la imbibición con PectiMorf® no difirió del control a los 90 DDP; además, los mejores resultados se obtuvieron, en ambos momentos, con la imbibición de las "semillas" con QuitoMax® + la aspersión foliar con PectiMorf®, o sea, con la combinación de ambos productos y formas de aplicación.

Estos resultados reflejaron que el tratamiento a las "semillas" con oligosacarinas, previo a la siembra, fue mejor que la aspersión foliar a los 80 DDP, en estimular el número de hojas de las plantas al final del ciclo del cultivo (110 DDP), no así con la altura, lo cual puede estar relacionado con la etapa fisiológica en que se realizó la aspersión y la dosis del producto utilizada.

La influencia que la aspersión foliar sola y la imbibición de "semillas" + aspersión foliar con QuitoMax® ejerce en el crecimiento de las plantas, ha sido informado con

Tabla 1. Efecto del tratamiento a las "semillas" de ajo elefante cv. 'Fredy' con PectiMorf® o QuitoMax® en la emergencia y algunos indicadores de crecimiento de las plantas

Tratamientos	Porcentaje de emergencia		Altura de las plantas (cm)		Número de hojas	
	7 DDP	14 DDP	70 DDP	70 DDP	70 DDP	70 DDP
Control	37 c	57 c	47,27 b		8,07 b	
PectiMorf® 1 mg L ⁻¹	50 b	63 b	60,70 a		9,67 a	
QuitoMax® 5 mg L ⁻¹	70 a	83 a	64,83 a		10,30 a	
E.S.x	0,20	0,16	1,45		0,19	

Medias con letras iguales no difieren significativamente según prueba de rangos múltiples de Tukey a $p < 0,05$

Tabla 2. Influencia del PectiMorf® y QuitoMax®, aplicados en diferentes formas, sobre la altura y el número de hojas de plantas de ajo elefante cv. 'Fredy'

Tratamientos	Altura de las plantas (cm)		Número de hojas	
	90 DDP	110 DDP	90 DDP	110 DDP
Control	55,40 b	62,03 b	9,8 c	10,0 d
Imb. PectiMorf®	66,96 a	70,40 a	10,6 bc	11,4 bc
Imb. QuitoMax®	65,40 a	70,20 a	11,6 a	11,6 b
A.F. PectiMorf®	69,03 a	70,33 a	10,2 bc	10,5 d
A.F. QuitoMax®	64,90 a	69,60 a	10,7 b	10,7 cd
Imb. PectiMorf® + A.F. QuitoMax®	69,16 a	70,00 a	11,6 a	11,6 b
Imb. QuitoMax® + A.F. PectiMorf®	70,40 a	71,00 a	12,1 a	12,6 a
E.S. x	2,58	2,40	0,26	0,22

Imb: Imbibición, A.F. Aspersión Foliar, DDP: Días después de la plantación

Medias con letras iguales no difieren significativamente según prueba de rangos múltiples de Tukey a $p < 0,05$

anterioridad. Así, en tomate, se demostró que la aspersión foliar, a los 12 DDT, con dosis de 300 mg ha^{-1} favoreció la altura y la longitud de las raíces de las plantas en condiciones de salinidad (24). Recientemente, se informó que el tratamiento a las “semillas” de ajo clon 'Criollo Víctor' por 24 horas con soluciones de QuitoMax® (1, 5 y 10 mg L^{-1}) y la aspersión foliar a los 50 DDP con esas mismas concentraciones incrementó la altura y el número de hojas a los 70, 90 y 110 DDP (13).

Los resultados del presente trabajo confirman los anteriores, a pesar de que en el mismo se utilizó un tiempo de tratamiento a las “semillas” muy inferior (4 horas) y la aspersión foliar se ejecutó en una etapa posterior del ciclo del cultivo (80 DDP).

Dada la influencia que ejercieron los tratamientos estudiados en el porcentaje de emergencia y en los indicadores de crecimiento de las plantas evaluadas, se espera que la misma repercuta favorablemente en el rendimiento del cultivo, por lo que en la Tabla 3 se presentan las características de los bulbos en el momento de la cosecha, es decir, la masa, el tamaño, el número y la masa promedio de los “dientes”.

La aplicación de PectiMorf® o QuitoMax® incrementó, significativamente, todas las características del bulbo evaluadas, en comparación con el tratamiento control,

excepto el número de “dientes”, destacándose los tratamientos donde se combinaron los productos y formas de aplicación, seguidos del tratamiento de imbibición de las “semillas” con QuitoMax®.

En este trabajo, la aplicación de QuitoMax®, ya sea por tratamiento a las “semillas” o por aspersión foliar, produjo una masa promedio de los “dientes” significativamente superior a la obtenida con el PectiMorf®; sin embargo, en la forma de aplicación combinada no se obtuvieron diferencias significativas, lo cual puede deberse a que en este caso se combinaron los productos.

A nivel internacional, se ha informado la influencia que diferentes bioestimulantes ejercen en las características de los bulbos de ajo. Así, bioestimulantes a base de aminoácidos, aplicados foliarmente, incrementaron la masa de los bulbos (25) y el número de “dientes” de los mismos (26); así como también se obtuvieron resultados satisfactorios en ambos indicadores cuando se sumergieron las “semillas” de dos cultivares de ajo, durante 12 horas, en una solución a base de un extracto de macroalgas (10).

El comportamiento del rendimiento estimado se presenta en la Figura 1. El tratamiento a las “semillas” y la aspersión foliar con QuitoMax®, así como la combinación de los productos y de ambas formas de aplicación incrementaron,

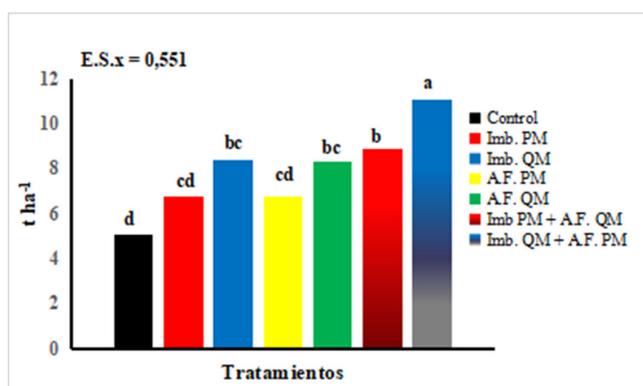
Tabla 3. Influencia de diferentes modos de aplicación del PectiMorf® y QuitoMax® en las características de los bulbos del ajo elefante cv. 'Fredy', en el momento de la cosecha (120 DDP)

Tratamientos	Masa (g)	Diámetro ecuatorial (mm)	Diámetro polar (mm)	Número de “dientes”	Masa promedio del “diente” (g)
Control	33,8 e	36,2 e	22,3 e	26,4	2,85 e
Imb. PectiMorf®	42,0 cd	46,3 cd	33,0 cd	27,5	4,43 cd
Imb. QuitoMax®	45,5 abc	49,3 bc	36,0 bc	27,2	4,76 b
A.F. PectiMorf®	39,6 d	44,3 d	31,0 d	27,6	4,23 d
A.F. QuitoMax®	43,3 bcd	47,2 cd	34,0 cd	27,5	4,55 bc
Imb. PectiMorf® + A.F. QuitoMax®	48,0 ab	51,9 ab	38,6 ab	26,7	5,05 a
Imb. QuitoMax® + A.F. PectiMorf®	50,0 a	54,0 a	40,6 a	27,0	5,28 a
E.S. x	1,69	1,26	0,93	2,73 NS	0,084

Imb: Imbibición. A.F. Aspersión Foliar. DDP: Días después de la plantación. Medias con letras iguales no difieren significativamente según prueba de rangos múltiples de Tukey a $p < 0,05$

significativamente, el rendimiento, destacándose el tratamiento de imbibición de las “semillas” con QuitoMax® + la aspersión foliar con PectiMorf®, que se diferenció, significativamente, del resto de los tratamientos e incrementó el rendimiento en un 119 %. Nótese que la aplicación de Pectimorf® solo, tanto por tratamiento a las “semillas” como por aspersión foliar, estimuló el rendimiento, pero no significativamente desde el punto de vista estadístico.

La estimulación que la aplicación de QuitoMax® ejerce en el rendimiento de los cultivos ha sido informado por varios autores. Por ejemplo, en el cultivo del maíz, el tratamiento a las semillas con una solución de 1 g L⁻¹ incrementó el rendimiento de dos cultivares de maíz blanco (27); sin embargo, recientemente, se encontró que en el cultivar de maíz Francisco Mejorado la imbibición de las semillas con QuitoMax® 0,5 y 1 g L⁻¹ por una hora, no estimuló el rendimiento del cultivo, sino que fue necesario adicionarle dos aspersiones foliares (15 y 30 días después de la emergencia) para obtener dicho efecto (28). En el tomate cultivado en condiciones salinas, la aspersión foliar con dosis de 300 y 400 mg ha⁻¹ provocaron incrementos en el rendimiento de 43 y 76 %, respectivamente (24).



Barras con letras iguales representan tratamientos que no difieren significativamente según prueba de rangos múltiples de Tukey a $p < 0,05$. Imb.- Imbibición. A.F- Aspersión Foliar. PM- PectiMorf®. QM- QuitoMax®

Figura 1. Efecto de diferentes modos de aplicación de PectiMorf® y QuitoMax® en el rendimiento estimado de plantas de ajo elefante cv. 'Freddy'

A diferencia de lo anterior, en el ajo “chileno” se encontró que la aspersión foliar del QuitoMax® en dosis de 100, 150 y 200 mg ha⁻¹ a los 30 y 60 DDP no modificó la masa de los bulbos y, por ende, no incrementó el rendimiento del cultivo (1). Se debe destacar que en el presente trabajo se utilizó una dosis superior (300 mg ha⁻¹) y una sola aplicación en un momento posterior (80 DDP), lo que pudo influir en la respuesta obtenida.

En el caso del Pectimorf®, la aspersión foliar con 10 mg L⁻¹ a plantas de tomate en ocho ocasiones a partir del trasplante, favoreció significativamente el rendimiento del cultivo (29). Sin embargo, posteriormente, se demostró, en habichuela, que la aspersión foliar en el momento de la

floración con similar concentración estimuló el rendimiento del cultivo, aunque la mejor respuesta se obtuvo cuando se utilizó la imbibición de las semillas + la aspersión foliar (18). Estos resultados demostraron que tanto una sola aplicación foliar como varias incrementaron significativamente el rendimiento del cultivo; sin embargo, en el presente trabajo, el rendimiento del cultivo no respondió a una sola aspersión foliar, lo cual puede estar relacionado con la dosis y el momento en que se efectuó la misma.

Haciendo un análisis integral de los resultados expuestos, se puede inferir que el QuitoMax® o PectiMorf® aplicado al cultivo de ajo, en las dosis seleccionadas, tanto por imbibición de las “semillas” como por aspersión foliar a las plantas, así como por la combinación de ambos productos y modos de aplicación, incrementó significativamente la altura de las plantas, así como la masa y tamaño de los bulbos; sin embargo, el comportamiento del porcentaje de sobrevivencia, utilizado para la estimación del rendimiento, influyó en que solamente la aplicación de QuitoMax® o la combinación de ambos productos y modos de aplicación fueran capaces de incrementar significativamente el rendimiento del cultivo.

Estos resultados constituyen los primeros obtenidos, en condiciones de campo, utilizando este cultivar de ajo y los productos nacionales QuitoMax® y PectiMorf®, y de confirmarse los mismos, serían una alternativa ecológica y sostenible para incrementar el rendimiento del cultivo del ajo en el país.

CONCLUSIONES

Con las dosis y momentos de aplicación utilizados en este trabajo, la aplicación del producto QuitoMax® fue más eficiente que el PectiMorf® en estimular el crecimiento y desarrollo del cultivo del ajo, aunque los mejores resultados se obtuvieron cuando ambos productos se utilizaron de forma combinada, es decir, la imbibición de las “semillas” con QuitoMax® y la aspersión foliar de las plantas con PectiMorf® o viceversa.

RECOMENDACIONES

Validar los resultados obtenidos con otros clones de ajo, en condiciones edafoclimáticas diferentes y en un área mayor, para poder realizar una valoración económica de los mismos y, en el futuro, generalizar su uso en la práctica productiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abreu Cruz EO, Liriano González R, Aquino Arencibia A, Pérez Ramos J, Abreu Cruz EO, Liriano González R, *et al.* Efecto del producto QuitoMax® en el rendimiento del ajo. Centro Agrícola [Internet]. 2021 [cited 2023 Nov 6];48(2):47-56. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852021000200047&lng=es&nrm=iso&tlng=es
2. Domínguez JA, Solmi JA, Buchailot D, Pérez Andrich A, Begenisic F, Scarpatti N. La producción de ajo en la

- Argentina [Internet]. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca; 2021. Available from: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/la-produccion-de-ajo-en-la-argentina-noviembre-2021-magyp.pdf>
3. Mendoza-Ramírez EE, Izquierdo-Oviedo H, Hernández-Escobar I de la C, Báez-Rabelo OB-R. “Fredy”, un nuevo genotipo de ajo introducido en Cuba. *Cultivos Tropicales* [Internet]. 2021 [cited 2023 Nov 6];42(4 s1):e11-e11. Available from: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1628>
 4. Feria CP, González Ramírez C, , Carmenate Figueredo O, Peña Molina L, Pérez Lemes V, Rodríguez Obrador E. Respuesta del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) a la aplicación de dos bioproductos en las condiciones edafoclimáticas del centro este de la provincia Las Tunas, Cuba. *Cultivos Tropicales* [Internet]. 2016 [cited 2023 Nov 6];37(4):57-66. Available from: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1275>
 5. Parađković N, Teklić T, Zeljković S, Lisjak M, Špoljarević M. Biostimulants research in some horticultural plant species-A review. *Food and Energy Security* [Internet]. 2019 [cited 2023 Nov 6];8(2):e00162. doi:10.1002/fes3.162
 6. Shahrajabian MH, Chaski C, Polyzos N, Petropoulos SA. Biostimulants Application: A Low Input Cropping Management Tool for Sustainable Farming of Vegetables. *Biomolecules* [Internet]. 2021 [cited 2023 Nov 6];11(5):698. doi:10.3390/biom11050698
 7. Mohamed El-Metwally I, Mohamed Salama D. Response of garlic and associated weeds to bio-stimulants and weed control. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* [Internet]. 2019;21(3):179-89.
 8. Majkowska-Gadomska J, Mikulewicz E, Jadwisieńczyk K, Francke A, Młyńska K. The influence of amino acid biostimulators on the size and quality of garlic (*Allium sativum* L.). *Acta Agrophysica* [Internet]. 2020 [cited 2023 Nov 6];26(4):31-8. doi:10.31545/aagr/116644
 9. Shalaby T, El-Ramady H. Effect of foliar application of biostimulants on growth, yield components, and storability of garlic (*Allium sativum* L.). *Australian Journal of Crop Science* [Internet]. 2014;8:271-5. Available from: https://www.researchgate.net/publication/260603191_Effect_of_foliar_application_of_bio-stimulants_on_growth_yield_components_and_storability_of_garlic_Allium_sativum_L
 10. Rady HM, S. E-M, Nashwa I. Quality Improvement And Seed Yield Of Two Garlic Cultivars (*Allium Sativum* L.) By Seaweed Extract And Mycorrhizae. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences* [Internet]. 2018;63:41-51. doi:10.21608/alexja.2018.30053
 11. Balmori DM, Domínguez CYA, Carreras CR, Rebato SM, Farías LBP, Izquierdo FG, *et al.* Foliar application of humic liquid extract from vermicompost improves garlic (*Allium sativum* L.) production and fruit quality. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* [Internet]. 2019 [cited 2023 Nov 6];8(1):103-12. doi:10.1007/s40093-019-0279-1
 12. Martínez-Balmori D, Portuondo-Farías L, Álvarez-Pinedo A, Méndez-Serpa R, Mesa-Rebato S, Castro-Lizazo I, *et al.* Physical Mechanical and Chemical Properties of *Allium sativum* L. Cultivated with Different Concentrations of QuitoMax®. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* [Internet]. 2021 [cited 2023 Nov 6];30(1). Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2071-00542021000100005&lng=es&nrm=iso&tng=en
 13. Soto-Izquierdo M, Alvarez-Pinedo A, Martínez-Balmori D, Izquierdo-Oviedo H, Castro-Lizazo I. Uso de QuitoMax® en el crecimiento y desarrollo de ajo (*Allium sativum* L.). *CEDAMAZ* [Internet]. 2022 [cited 2023 Nov 6];12(1):45-50. doi:10.54753/cedamaz.v12i1.1110
 14. Hernández-Jiménez A, Pérez-Jiménez JM, Bosch-Infante D, Speck NC. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales* [Internet]. 2019 [cited 2023 Oct 19];40(1):a15-e15. Available from: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1504>
 15. Pentón G, Reynaldo I, Martín GJ, Rivera R, Oropesa K. Uso del EcoMic® y el producto bioactivo Pectimorf® en el establecimiento de dos especies forrajeras. *Pastos y Forrajes* [Internet]. 2011 [cited 2023 Nov 6];34(3):281-94. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942011000300004&lng=es&nrm=iso&tng=es
 16. Ayala-Boza PJ, Tornés-Olivera N, Reynaldo-Escobar I. Efecto de biofertilizantes y Pectimorf en la producción de soya (*Glycine max* L.) en condiciones de secano. *Revista Granma Ciencia*. [Internet]. 2013;17(2):1-11. Available from: <http://www.cigetgr.granma.inf.cu>
 17. Bover-Felices K, López-Vigoa O, Rizo-Álvarez M, Benítez-Álvarez MÁ. Efecto del EcoMic® y el Pectimorf® en el crecimiento de plántulas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes* [Internet]. 2017 [cited 2023 Nov 6];40(2):102-7. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942017000200003&lng=es&nrm=iso&tng=es
 18. Nápoles-Vinent S, Garza-Borges T, Reynaldo-Escobar IM. Respuesta del cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata* L.) var. Lina a diferentes formas de aplicación del Pectimorf®. *Cultivos Tropicales* [Internet]. 2016 [cited 2023 Nov 6];37(3):172-7. doi:10.13140/RG.2.1.3698.4566
 19. Pandey P, Verma M, De N. Chitosan in agricultural context - A review. *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci*. 2018;7: 87-96. Available from: https://www.researchgate.net/publication/326682315_Chitosan_in_agricultural_context_-_A_review
 20. Li R, He J, Xie H, Wang W, Bose SK, Sun Y, *et al.* Effects of chitosan nanoparticles on seed germination and seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Biological Macromolecules* [Internet]. 2019 [cited 2023 Nov 6];126:91-100. doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.12.118
 21. Timofeeva T, Shtan'ko D, Shagdarova B, Zakurin, A, Kamionskaya, A, Il'ina A. The Effect of Chitosan Hydrolysate on *Solanum Lycopersicum* Plant Growth. *KnE Life Sciences*. 2022:435-42.
 22. Gómez Masjuan Y, Tornés Olivera N, González Gómez G, Oduardo Sánchez R. Efecto de diferentes dosis de QuitoMax en el crecimiento de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Agrisost*. 2018. [cited 2023 Nov 6]; 24(3):178-83. Available from: <https://atif.sobiad.com/inde>

- [x.jsp?modul=makale-detay&Alan=fen&Id=gGjculgBQzmg-9NMORB4](#)
23. Gustavo-González L, Paz-Martínez I, Boicet-Fabré T, Jiménez-Arteaga MC, Falcón-Rodríguez A, Rivas-García T, *et al.* Efecto del tratamiento de semillas con QuitoMax® en el rendimiento y calidad de plántulas de tomate variedades ESEN y L-43. *Terra Latinoamericana* [Internet]. 2021 [cited 2023 Nov 6];39. doi:[10.28940/terra.v39i0.803](#)
 24. Ávila Amador C, Argente-Martínez L, Peñuelas-Rubio O, González Aguilera J, Fonseca Reyna I. Respuesta del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación de QuitoMax® en condiciones de salinidad. *Research, Society and Development* [Internet]. 2022; 11(12):9.
 25. Salama D, Mohamed El-Metwally I. Response of Garlic and Associated Weeds to Bio-Stimulants and Weed Control. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* [Internet]. 2019 [cited 2023 Nov 6];21(3):179-89. Available from: <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/5267>
 26. Mikulewicz E, Majkowska-Gadomska J, Jadwisieńczyk K, Francke A, Młyńska K. The influence of amino acid biostimulators on the size and quality of garlic (*Allium sativum* L.). *Acta Agrophysica* [Internet]. 2020;26:31-8. doi:[10.31545/aagr/116644](#)
 27. Torres-Rodríguez JA, Reyes-Pérez JJ, González-Gómez LG, Jiménez-Pizarro M, Boicet-Fabre T, Acosta EAE-, *et al.* Respuesta agronómica de dos variedades de maíz blanco (*Zea Mays*, L.) a la aplicación de Quitomax, Azofert y Ecomic. *Biotecnia* [Internet]. 2018 [cited 2023 Nov 6]; 20(1):3-7. doi:[10.18633/iotecnia.v20i1.522](#)
 28. Blanco-Valdes Y, Cartaya-Rubio OE, Espina-Nápoles M. Efecto de diferentes formas de aplicación del Quitomax® en el crecimiento del maíz. *Agronomía Mesoamericana* [Internet]. 2022 [cited 2023 Nov 6];33(3). Available from: <https://www.redalyc.org/journal/437/43771129004/html/>
 29. García Sahagún MaL, Martínez Juárez V, Avendaño López AN, Padilla Sahagún Ma del C, Izquierdo Oviedo H. Acción de oligosacáridos en el rendimiento y calidad de tomate. *Revista fitotecnia mexicana*. 2009 [cited 2023 Nov 6];32(4):295-301. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802009000400008