

Evaluación de Quitomax® en el cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*, L. variedad California wonder) en la Finca Pestan.

Evaluation of Quitomax® in the cultivation of pepper (*Capsicum annuum*, L. variety California wonder) at estate Pestan.

Luis Gustavo González Gómez¹

Raúl Bauta Lago²

Julio Cesar Terrero Soler³

María Caridad Jiménez-Arteaga⁴

Irisneisy Paz Martínez⁵

(1) Universidad de Granma, Cuba. ggonzalezg@udg.co.cu

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

(2) Dirección Municipal de la Asociación de Pequeños Agricultores de Cauto Cristo. Provincia Granma. bautaraul@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7010-3627>.

(3) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste: La Paz, Baja California Sur. Mexico. jctsoler@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9082-5588>.

(4) Universidad de Granma, Cuba. cjimeneza@udg.co.cu.

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

(5) Universidad de Granma. Cuba. ipazm@udg.co.cu.

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

Contacto: ggonzalezg@udg.co.cu

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

Resumen

Esta investigación se desarrolló en la Finca "La Esperanza" perteneciente a la CCS Vega de Pestán, municipio Cauto Cristo, provincia Granma, Cuba. Se ejecutó un experimento en condiciones de campo, entre los meses de diciembre 2022 a abril 2023 en un suelo de tipo Vertisol, el día 10 de noviembre se realizó la siembra en el semillero. El 25 del mismo mes se realizó el trasplante y del 4 de marzo al 25 de abril, la cosecha. Con el objetivo de evaluar el efecto del Quitomax® sobre las principales variables asociadas al rendimiento del pimiento, se

utilizó la variedad California Wonder. El diseño empleado fue completamente aleatorizado. Los diferentes tratamientos aplicados de QuitoMax®, se realizaron cuando aparecieron las primeras flores evaluándose dos tratamientos: 1: Aplicación de QuitoMax® con dosis de 300 mg ha⁻¹, y 2: Control, se realizaron mediciones como altura de las plantas, grosor del tallo, número de flores por plantas, número de frutos por plantas, longitud y ancho de los frutos, masa de los frutos y rendimiento. 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 T-students para el 5 % de probabilidad del error con el Paquete Estadístico STATISTICA. Los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento donde se aplicó Quitomax® con 8,4 t ha⁻¹ de rendimiento por 2,2 t ha⁻¹ en el tratamiento control.

Palabras claves: Bioproducto, morfología, rendimiento.

Abstract

The present investigation work was developed in the Property The Esperanza belonging to the CCS Vega of Pestán, municipality Cauto Cristo, province Granma, Cuba. An experiment was executed under field conditions, among the months of December 2022 to April 2023 in a type floor Vertisoil, the day November 10 were carried out the seeding in the nursery. December 25 were carried out the transplant and of March 4 at April 25 was carried out the crop. With the objective of evaluating the effect of the Quitomax® on the main variables associated to the yield the pepper variety California Wonder .El design employee was used it was totally randomized. To the plants, when the first flowers appeared he/she was applied Quitomax® being evaluated two treatments: 1: Application of Quitomax®. (Dose of 300 mg have-1), 2: Control, they were carried out the following mensurations: Height of the plants, grossor of the shaft, number of flowers for plants, number of fruits for plants, longitude and wide of the fruits, mass of the fruits and yield. For the statistical analysis of the obtained data an ANOVA of simple classification was used and in all the cases it was applied the test of Kolmogorov-Smirnov and a test of multiple Comparison of stocking by T-students for 5% of probability of the error with the Statistical Package STATISTICA. The best results were obtained in the treatment where Quitomax® was applied with 8,4 t ha⁻¹ of yield for 2,2 t ha⁻¹ in the treatment control.

Key words: Bioproduct, morphology, yield.

Introducción

El pimiento (*Capsicum annuum* L.), es la segunda hortaliza de mayor importancia para Cuba, debido a su gran demanda tanto para el consumo fresco como para el uso industrial, además, se puede emplear como planta medicinal y como condimento. La superficie cosechada y en producción en el 2019 fue de 190 954 ha, con una producción agrícola de 2 673 245 t de alimento para un rendimiento agrícola de 13,15 t ha⁻¹, de ellos, 6 438 ha, corresponden al cultivo del pimiento con una producción agrícola de 71 528 t, para un rendimiento agrícola de 12,09 t ha⁻¹ (López *et al.*, 2019).

La búsqueda de nuevas alternativas que ayuden a disminuir los costos de la producción agrícola cuidando el medio ambiente, obliga a estudiar la posibilidad de utilizar el potencial que tienen los bioproductos para las plantas. En este contexto, los Fitoestimulantes, independientemente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos o microorganismos, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las plantas o a la rizosfera, implica la mejora del desarrollo del cultivo, el vigor, el rendimiento y la calidad, mediante la estimulación de procesos naturales que benefician el crecimiento y las respuestas a estrés biótico y abiótico (Brown, 2015).

El Quitomax[®] es un bioestimulante desarrollado en Cuba que contiene quitosano como principio activo, es una formulación líquida que ha mostrado una acción estimuladora en la germinación de semillas y el crecimiento de distintos cultivos mediante la aceleración del metabolismo vegetal como es el pimiento (Reyes-Pérez *et al.*, 2021). Aunque no se conocen con exactitud los mecanismos por los que el quitosano estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas. Young *et al.*, (2015) han planteado que está involucrado en procesos fisiológicos, pues evita las pérdidas de agua por vía de la transpiración.

Este estudio tuvo como objetivo general evaluar el incremento del rendimiento del pimiento variedad California Wonder, bajo el efecto del Quitomax[®] en las condiciones edafoclimáticas de Cauto Cristo, provincia Granma, Cuba.

Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en la Finca “La Esperanza” perteneciente a la CCS Vega de Pestán, Cauto Cristo, ubicada en la localidad Cauto Este, municipio Cauto Cristo, provincia Granma.

Se ejecutó un experimento en condiciones de campo, entre los meses de diciembre 2022 a abril 2023 en un período óptimo para el cultivo, empleándose un suelo de tipo Vertisol, descrito, caracterizado y ubicado de acuerdo a la última metodología y versión de clasificación Genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 2015).

Este suelo se caracteriza por un buen contenido de materia orgánica y buen contenido de NPK.

El día 10 de noviembre se realizó la siembra en el semillero, el 25 de diciembre, el trasplante y del 4 de marzo al 25 de abril se desarrolló la cosecha.

Se utilizó la variedad de pimiento California Wonder con un 99% de germinación, de crecimiento determinado, resistente a plagas y a enfermedades y con muy buenos rendimientos agrícolas obtenidos en la Estación de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”.

Se analizó la incidencia sobre el cultivo de las variables del clima temperatura promedio (°C), Humedad relativa (%) y precipitaciones (mm), durante el período experimental, tomados de la Red Hidrometeorológica de la provincia Granma, específicamente de la estación meteorológica de Cauto Cristo situada a 3 kilómetros del área experimental.

Prof. (cm)	pH en H ₂ O	MO %	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cationes intercambiables					Capacidad de Cambio de Base
			mg/100g	Na	K	Mg	Ca	SST%	cmol.kg ⁻¹	
0-60	7,57	2,90	2,3	35,2	3,97	0,97	10,75	40,85	0,20	56,5

Tabla 1: Análisis químico del suelo.

Las características del suelo Fluvisol empleado se recogen en la tabla 1, como se nota, el contenido de materia orgánica es alto, comparado con las características de estos suelos, esto se debe a la aplicación de materia orgánica proveniente del ganado bovino bien descompuesta, la cual le transfiere al suelo propiedades físico-químicas y biológicas favorables para el desarrollo de un cultivo, en este caso en pimiento variedad California Wonder. El trasplante se realizó el 25 de diciembre del 2022 cuando las plantas estuvieron listas.

El diseño empleado fue completamente aleatorizado en surcos de 65 metros de largo, donde fueron trasplantadas las posturas provenientes del semillero; cuando aparecieron las primeras flores se le aplicó el bioproducto Quitomax® y se evaluaron dos tratamientos, que se describen a continuación:

Tratamiento 1: Aplicación de Quitomax®. (Dosis de 300 mg ha⁻¹).

Tratamiento 2: Control, se asperjaron las plantas el mismo día de la aplicación anterior con agua

La primera cosecha se realizó el 4 de marzo del 2023, cuando los frutos alcanzaron su madurez fisiológica, momento en que comienza un cambio de coloración en la parte basal del fruto. Las atenciones culturales del cultivo fueron dadas según los instructivos técnicos del Ministerio de Agricultura. (MINAG, 2017).

A partir del 11 de febrero del 2023 se realizaron las siguientes mediciones:

- Altura de las plantas, (cm). Se midieron las plántulas desde el cuello de la raíz hasta la yema apical, en el momento del trasplante a los 45 días después del trasplante (DDT) y al inicio de la floración.
- Grosor del tallo (mm). Para ello se utilizó un pie de rey, tomando la medida de los tallos por su parte central, en el momento del trasplante a los 45 días después del trasplante (DDT) y al inicio de la floración.
- Número de flores por plantas. Se midió en tres momentos (Inicio de floración, floración masiva e inicio de fructificación). Desde inicio de floración (cuando el 25% de las plantas tenían flores).
- Número de frutos por plantas: Se midieron en tres momentos, a inicio de fructificación (25% de las plantas con frutos), fructificación masiva e inicio de cosecha.
- Se seleccionaron 20 frutos por tratamientos en cada cosecha efectuada cada siete días y se les realizaron las siguientes mediciones:
 - Longitud de los frutos (cm). Empleando un pie de rey en las tres cosechas realizadas.
 - Ancho de los frutos (cm). De igual modo, se utilizó un pie de rey en las tres cosechas realizadas.
 - Masa de los frutos (g), Se pesaron en una Balanza Eléctrica Monoplató. Realizada en las tres cosechas realizadas.
 - Rendimiento ($t\ ha^{-1}$). Se calculó en base al número de frutos por plantas, número de plantas por metro y masa de los frutos.
- 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 para probar la normalidad de los datos y una prueba de Comparación múltiple de media por T-students para

el 5% de probabilidad del error con el Paquete Estadístico STATISTICA Versión 10 sobre Windows.

Discusión y análisis de los resultados.

Comportamiento de las variables productivas.

En la tabla 2 se puede apreciar que con respecto a las tres mediciones realizadas en la altura de las plantas, existieron diferencias significativas entre el tratamiento donde se aplicó Quitomax y el tratamiento control, obteniéndose los mayores valores en el tratamiento donde se aplicó el polímero.

Tratamientos	1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
Quitomax®	36,21	40,6	43,3
Control	31,6	35,9	41,1
Valor de t	2,83	2,23	1,11
Valor de p	0,01	0,03	0,28

Tabla 2: Altura de las plantas (cm).

Solis (2020), reporta valores de altura para la variedad California Wonder de 35 cm en el tratamiento control y de hasta 55 cm al aplicar diferentes dosis de dos bioestimulante (Vitazime y Lithovit), coinciden los resultados de los dos experimentos en que en ambos existieron diferencias significativas entre el tratamiento control y donde se aplicaron los bioestimulantes, sin embargo, la altura de las plantas promedio del tratamiento control obtenida por este autor, es menor que la obtenida en el presente estudio, y mayor que los resultados de esta experiencia donde se aplicó el bioestimulante.

Armijo (2014), al aplicar Quitomax® en el cultivo del pimiento variedad California Wonder, no reporta diferencias significativas entre los tratamientos donde se aplicó el principio activo del Quitomax® (quitosano) y el tratamiento control, estos resultados no coinciden con los mostrados en la tabla 2 donde sí se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

La diferencia en los resultados encontrados pueden atribuirse a que el principio activo del Quitomax® es el quitosano, el cual se ha demostrado que es un estimulador del metabolismo vegetal incidiendo sobre el crecimiento de las plantas. (Pichyangkura y Chadchawanb, 2015).

La activación de estos receptores provoca una multitud de reacciones a nivel celular, flujos de iones, despolarización de membranas estimulación de la síntesis de distintas enzimas

relacionadas con el metabolismo celular, también se le atribuye a que el quitosano favorece la producción de enzimas relacionadas con el crecimiento y desarrollo de las plantas tales como la celulosa, lo que promueve una mayor altura de las plantas (Pérez *et al.*, 2015).

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos respecto al grosor del tallo de las plantas y se puede observar que existieron diferencias significativas entre el tratamiento donde se aplicó Quitomax® y el tratamiento control en las tres mediciones efectuadas con relación a la variable grosor del tallo.

Tratamientos	1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
Quitomax®	1,13	1,42	1,56
Control	0,95	1,15	1,25
Valor de t	3,41	3,85	4,38
Valor de p	0,003	0,001	0,003

Tabla 3: Grosor del tallo de las plantas (cm).

Estos resultados coinciden con Moreno (2019) y Sarduy *et al.* (2016), los cuales reportan diferencias entre los tratamientos en la variable grosor del tallo, al evaluar Pectimorf® y Quitomax® con la variedad de pimiento LPD-5 la primera y los segundos al evaluar diferentes sustratos en la variedad de pimiento California Wonder.

Con relación al número de flores por plantas en las tres mediciones realizadas, existieron diferencias significativas entre los tratamientos Quitomax® y el Control, pues el número de flores se incrementa de la primera a la segunda evaluación y disminuye en la tercera, la cual coincide con el inicio de la fructificación. (tabla 4)

Tratamientos	1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
Quitomax®	13,7	21,9	7,8
Control	9,3	15,3	8,5
Valor de t	3,83	3,20	0,49
Valor de p	0,012	0,004	0,62

Tabla 4: Número de flores por plantas.

Al evaluar Quitomax® en el híbrido de tomate HA 3108, Jiménez *et al.*, (2018), reportan incrementos del número de flores en las plantas al compararlo con el tratamiento control, demostrando que este bioestimulante es capaz también de provocar cambios cuantitativos con

relación al número de flores, tendencia que también ocurrió en los resultados aquí mostrados en la tercera evaluación previa al inicio de la fructificación.

Moreno *et al.*, (2019), reportan que a medida que transcurren los días desde inicio de floración hasta la floración masiva hay un incremento del número de flores en este cultivo, hasta que comienza el periodo de fructificación en que disminuye producto al cuajado de los frutos, reportando valores entre 2,27 y 5,3 flores por plantas en el pimiento California Wonder, valores que están por debajo de lo obtenido en este experimento y coinciden también con lo reportado por Moreno (2020); el efecto es similar a lo reportado por el primer autor.

También, se señala que la aplicación de bioestimulantes, potencia las auxinas que intervienen en el proceso de reproducción vegetal, ocurriendo un sinergismo entre las sustancias aplicadas y las hormonas naturales de las plantas (Sathiyabama *et al.*, 2014). Esto sugiere que similar comportamiento sucede cuando se aplica el Quitomax® al cultivo del tomate, logrando estimular desde el crecimiento hasta el rendimiento.

Con relación al número de frutos, se obtuvo que en las tres mediciones realizadas existieron diferencias significativas entre los dos tratamientos evaluados, Se destaca para esta variedad que el número de frutos aumenta de la primera a la tercera medición en los dos tratamientos. (tabla 5).

Tratamientos	1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
Quitomax®	8,5	11,5	14,7
Control	6,4	7,5	8,2
Valor de t	2,4	4,63	6,74
Valor de p	0,02	0,002	0,0004

Tabla 5: Número de frutos por plantas.

Jiménez *et al.*, (2018) aplicaron Quitomax@ a esta variedad, utilizando cuatro dosis, al medir el número de frutos por plantas obtuvieron valores entre 7,8 y 11,6 frutos en la fructificación masiva, estos valores son similares a los logrados al tratamiento donde se aplicó una dosis de 300 mg ha⁻¹ para el tratamiento con Quitomax® y superan el valor del tratamiento control de este trabajo, corroborando que la dosis con mejores resultados para el cultivo del pimiento variedad California Wonder fue la aplicada en esta investigación.

Rodríguez *et al.*, (2018) al evaluar combinaciones híbridas para pimientos en Cuba, reportaron valores entre 5 y 15 frutos por plantas, en las tres últimas evaluaciones. Los valores obtenidos en

este trabajo son similares a los obtenidos por estos autores. Estos resultados son superiores a los obtenidos por Mendoza (2016) quien obtuvo un promedio de 12 fruto por planta.

Al evaluar el ancho de los frutos en las tres cosechas realizadas existieron diferencias entre los dos tratamientos evaluados, tal y como muestra la tabla 6. En este caso el ancho de los frutos para el tratamiento Quitomax® varió desde 7,46 a 7,87 cm, disminuyendo de la segunda a la tercera cosecha. Para el tratamiento control varió desde 6,35 a 6,58 cm, disminuyendo también de la segunda a la tercera cosecha.

Tratamientos	1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
Quitomax®	7,46	7,87	7,72
Control	6,35	6,58	6,53
Valor de t	4,89	5,93	7,38
Valor de p	0,001	0,001	0,0001

Tabla 6: Ancho de los frutos por cosechas (cm).

Se han reportado valores que oscilan entre 7 y 9 cm de largo para esta variedad por Fernández y Martínez (2010), estos valores coinciden a los obtenidos en el tratamiento donde se aplicó Quitomax® y superan a los valores obtenidos en el tratamiento control. Al evaluar estos autores el ancho medio de los frutos, observaron que existe la tendencia de incrementar su valor desde la primera a la tercera cosecha y todos disminuyen en la cuarta cosecha. Algo similar ocurre en este experimento, pero a partir de la segunda cosecha, es posible que el despunte ellos en su experiencia lo hayan considerado como primera cosecha, de ser así hay plena coincidencia en ambos resultados.

Grajales (2012), reporta valores de 7,55 cm al inocular bacterias del género *Pseudomonas* al pimiento variedad California Wonder el cual es similar a los valores alcanzados en esta experiencia.

Coello (2022), en su investigación en esta variable, alcanzó frutos con valores de 4,19 cm de ancho de los frutos y Zambrano (2009), reportó valores de 4,06 cm, ambos con la aplicación de Ácido Piroleñoso en el cultivo del pimiento, sin diferencias significativas con el tratamiento control, en el caso aquí evaluado, si existieron diferencias significativas con el tratamiento control. Se puede agregar que los valores de este experimento superaron a los mencionados por este autor.

Al evaluar la longitud de los frutos (tabla 7) se detectan diferencias significativas para los dos tratamientos en las tres mediciones evaluadas con valores que disminuyen desde la primera a la tercera cosecha en rango de 8,28 a 7,82 cm para el tratamiento con Quitomax® y de 7,38 a 7,01 en el tratamiento control, pero a diferencia del otro tratamiento el valor de esta variable se incrementa de la primera a la segunda y disminuye en la tercera cosecha.

Tratamientos	1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
Quitomax®	8,28	8,20	7,82
Control	7,38	7,75	7,01
Valor de t	1,98	1,97	3,51
Valor de p	0,006	0,006	0,002

Tabla 7: Longitud de los frutos por cosechas (cm).

Solis (2020), al emplear dos bioestimulantes en el cultivo del pimiento variedad California Wonder reporta valores de 7,80 a 12 cm de longitud, rango que supera al obtenido en esta experiencia en el tratamiento donde se aplicó Quitomax®; se obtuvieron los mayores valores en el tratamiento donde se aplicó Lithovit, lo cual demostró que este cultivo responde de manera diferente a la aplicación de los bioestimulantes, pero siempre de manera positiva.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo planteado por Villegas *et al.* (2018) y Rodríguez-Reyes *et al.* (2013) donde se demuestra que con la aplicación de bioestimulantes (caso polisacáridos, quitosano y otros), es posible aumentar la longitud de los frutos en el cultivo del pimiento.

Armijo (2014), al evaluar 5 bioestimulantes en esta variedad, reporta valores de 12,2 a 13,5 cm para la longitud de los frutos, valores superiores alcanzados en esta investigación.

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 8 se observa que en los tres momentos en que se realizaron las mediciones existió diferencias significativas entre los dos tratamientos evaluados siendo mayor en el tratamiento donde se aplicó Quitomax®.

Tratamientos	1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
Quitomax®	0,45	0,45	0,43
Control	0,30	0,32	0,27
Valor de t	3,73	3,07	5,30
Valor de p	0,001	0,006	0,004

Tabla 8: Grosor del mesocarpio por cosecha (cm).

En las tres mediciones evaluadas por cosechas realizadas para el tratamiento con Quitomax® esta variable sufre muy poca variación, al igual que en el caso del tratamiento control.

Moreno (2019), reportó valores de 0,45 a 0,73 cm de grosor del mesocarpio para los frutos de pimientos, valores que son similares a los obtenidos para la primera y segunda cosecha en el tratamiento con Quitomax® y son superiores a los obtenidos en el tratamiento control.

Rodríguez (2021), al aplicar Quitomax® en el cultivo del pimiento en Cauto Cristo, no reporta diferencias significativas al compararla con el tratamiento control en la variable grosor de mesocarpio en este experimento existieron diferencias significativas para las tres cosechas realizadas.

En la tabla 9, los resultados reflejan que en las tres cosechas realizadas hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, destacándose que en la segunda y tercera cosecha los valores de esta variable se incrementan con relación a la primera cosecha en el tratamiento donde se aplicó Quitomax®.

Tratamientos	1ra Med.	2da Med.	3ra Med.
Quitomax®	131,3	159,7	159,5
Control	81,9	84,3	79,5
Valor de t	6,91	9,24	21,9
Valor de p	0,001	0,001	0,002

Tabla 9: Masa de los frutos por cosecha (g).

El comportamiento de esta variable fue diferente en el tratamiento control, donde se incrementa de la primera a la segunda cosecha y disminuye en la tercera.

Grajales (2012), refiere valores de hasta 178 g en el cultivo, variedad California Wonder, los cuales superan los resultados aquí obtenidos. En condiciones de campo, la mayor calidad y masa de los frutos se obtienen en las primeras cosechas, los que disminuyen al avanzar las mismas. Según Mata (2001), en este caso los valores superiores se logran en la segunda y tercera cosecha para el tratamiento con Quitomax® y para la segunda en el tratamiento Control.

Reche (2010), plantea que en condiciones de invernadero el pimiento puede alcanzar una masa de hasta 300g, los del tipo Italiano entre 75 a 120g y tipo California entre 150 a 200g, estos suelen ser de mayor peso en las primeras cosechas y disminuye en las sucesivas, en cuanto los resultados obtenidos en este trabajo existió la tendencia a ser mayores que los del tipo Italiano y están en el

rango que los del tipo California, pero se manifestó contrario a lo planteado sobre la disminución del peso de la primera a la última cosecha, en este caso se incrementó hasta la tercera cosecha para el tratamiento con Quitomax®.

En este trabajo los resultados del tratamiento control son inferiores a los valores reportados por el autor anterior para el pimiento del tipo California, evidenciando en efecto beneficioso del Quitomax® sobre esta variable.

Depestre *et al.* (2014), plantean que los frutos de esta variedad pueden alcanzar hasta 138 g de masa sus frutos, valor que fue superior en la segunda y tercera cosecha donde se aplicó Quitomax®, a pesar de que el experimento realizado por estos autores se realizó en condiciones semicontroladas y en el occidente del país con valores de temperatura inferiores a las de Cauto Cristo, humedad relativa superior y un régimen de lluvia más abundantes que en la zona donde se realizó este experimento, además es importante destacar que esta investigación se desarrolló en condiciones de campo abierto.

El rendimiento obtenido en el tratamiento donde se aplicó Quitomax® supera significativamente al tratamiento Control en más de un 40%.

Castillo (2016), al aplicar abono orgánico al cultivar California Wonder, reporta valores entre 6,291 y 7,864 t ha⁻¹, estos son ligeramente superiores a los obtenidos en este trabajo, lo que demuestra que el rendimiento de esta variedad puede ser superior a lo logrado.

El Quitomax® induce metabólicamente al vegetal para cubrir la carencia, que finalmente se expresa en la formación de biomasa, que fue lo representativo en estos caracteres de diámetro de frutos y rendimiento según Summer Zone (2010).

Alemán *et al.*, (2018), obtuvieron rendimientos agrícolas de 4,9 a 6,4 kg m⁻² en este cultivo, estos son aceptables para el pimiento en condiciones de casa de cultivo e inferiores a los obtenidos por Casanovas *et al.*, (2007) en pimientos híbridos Nathalie cosechados a los 100 días después del trasplante (DDT), quienes obtuvieron que fueron de 7,0 kg m⁻² en sistema convencional y de 9,0 kg m⁻² en casas de cultivo, algunos de los valores reportados cuando se emplean casas de cultivos, son similares a los obtenidos en este trabajo en condiciones de campo, lo que demuestra que este cultivo puede desarrollarse en ambas condiciones.

Chanaluisa-Saltos *et al.*, (2022), reportaron el efecto del Quitomax[®] sobre los rendimientos y sus componentes al evaluar en condiciones de casa de cultivo y 5 dosis de este bioestimulante, valores superiores que en el tratamiento control con la dosis de 300 mg ha⁻¹, similar a la empleada en esta experiencia.

Puede afirmarse entonces que el empleo de quitosano como bioestimulante tiende a mejorar los rendimientos en los cultivos (Pichyangkura y Chadchawan, 2015), resultados similares a los obtenidos en esta investigación, donde la variedad Floradade obtuvo los mayores rendimientos, según los autores citados. En este mismo sentido Saavedra *et al.* (2016) establecen que la aplicación de quitosano, no solo mejora el peso de los frutos y el rendimiento en cultivos hortícolas, sino que, también reduce el deterioro postcosecha por enfermedades. Por su parte Rendina *et al.* (2019), establecen que, al aplicar quitosano este presenta efectos positivos en pepino en las variables de crecimiento y desarrollo, efecto evidenciado en esta experiencia.

Los resultados obtenidos en el rendimiento total, coinciden con los estudios de Abou *et al.* (2018) y Veobides *et al.* (2018), donde explican que el uso de bioproductos ocasiona influencia sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas incrementando su rendimiento en cosechas de frutos carnosos. Al igual que reporta Ordóñez Salinas (2019), existe un aumento del peso final de frutos de tomate producido con el uso del bioestimulante Generate[®] (solución líquida basada en micronutrientes), el cual incrementó significativamente del rendimiento del cultivo, los bioestimulantes también favorecieron al rendimiento final de todas las cosechas.

Adicionalmente, estos resultados demuestran que el beneficio ejercido por el quitosano en plantas de tomate varía según la dosis y el cultivar. De acuerdo con los antecedentes anteriores, se puede indicar que el quitosano regula eficientemente la homeostasis de las fitohormonas, nutrientes, la red enzimática, lo que ocasiona a que las plantas aumenten su crecimiento, desarrollo y rendimiento (Rodríguez-Pedroso *et al.*, 2019).

Se puede afirmar que el empleo de quitosano como bioestimulante tiende a mejorar los rendimientos en los cultivos (Pichyangkura y Chadchawan, 2015), resultados similares a los obtenidos en nuestra investigación, donde la variedad Floradade obtuvo los mayores rendimientos. En este mismo sentido Saavedra *et al.* (2016), establecen que la aplicación de quitosano, no solo mejora el peso de los frutos, el rendimiento en cultivos hortícolas, sino que, también reduce el deterioro poscosecha por enfermedades. Por su parte Rendina *et al.* (2019),

señalan que al aplicar quitosano, existen efectos positivos en pepino en las variables de crecimiento y desarrollo. En este mismo sentido, Jiménez *et al.* (2015), reportan que en concentraciones similares, lograban los mayores valores de diámetro ecuatorial en el cultivo del tomate en el cultivar H- 3108 y en condiciones de casas de cultivo protegido. Asimismo Reyes *et al.* (2020), mencionan que concentraciones de 300 mg L⁻¹ mejoraron los rendimientos en tomate. Estos rendimientos de cosecha superiores al del tratamiento sin quitosano, eran de esperarse de acuerdo al seguimiento desde la etapa de germinación hasta la etapa de crecimiento vegetativo. Los bioestimulantes como el quitosano contienen principios activos, que actúan sobre la fisiología de las plantas aumentando su desarrollo y mejorando su productividad en la calidad del fruto, lo cual contribuye a mejorar la resistencia de las especies vegetales y su rendimiento (González *et al.*, 2017).

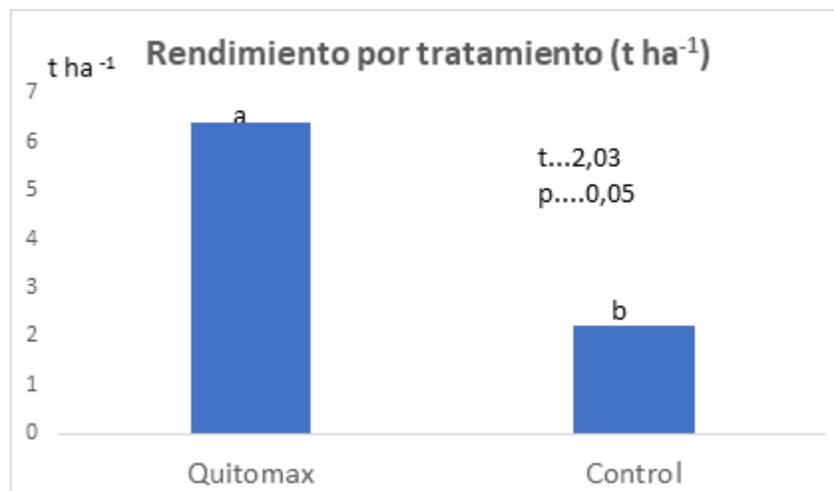


Figura 1: Rendimiento obtenido por tratamientos (t ha⁻¹).

Conclusiones

Al evaluar las variables productivas asociadas al rendimiento, los mejores resultados se obtienen en el tratamiento donde se aplicó Quitomax® al inicio de la floración con un rendimiento de 6,4 t ha⁻¹ por 2,2 t ha⁻¹ en el tratamiento control en la variedad de pimiento California wonder en las condiciones edafoclimáticas de Cauto Cristo.

Bibliografías.

- Abou Chehade, L., Al Chami, Z., Pascali, SA., Cavoski, I., Fanizzi, FP. 2018. Biostimulants from food processing by-products: agronomic, quality and metabolic impacts on organic tomato *Solanum lycopersicum* L. J Sci Food Agric; 98(4):1426– 1436. eng. doi:10.1002/jsfa.861 0.
- Alemán Pérez, R., Demesio, R., Domínguez, J., y Rodríguez, G. 2018. Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. *Centro Agrícola*, 45 (1), 1 4- 23.
- Armijo, S. 2014. Respuesta del pimiento (*Capsicum annuum* L.) a la aplicación de bioestimulantes en la parroquia El Progreso, Cantón Pasaje. Trabajo de titulación Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala.
- Brown, P., y Saa, S. 201 5. Biostimulants in agriculture. Mini-Review. *Front. Plant Sci.* 6(671):1 -3. doi:10.3389/fpls.201 5.00671.
- Casanova, A., O. Gómez, R. Pupo., M. Hernández., V. Moreno., T. Depestre., J.C. Hernández., 2007. Manual para la producción protegida de hortalizas. Ed. Liliana, La Habana, Cuba., 1 1 6 p.
- Castillo, M. 2016. Efecto de la fertilización orgánica a base de estiércol caprino en el cultivo de pimentón (*Capsicum annuum*, L.) bajo un sistema organopónico. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Agroecología y Desarrollo Endógeno. Santa Ana de Coro, Falcón, República Bolivariana de Venezuela.
- Coello, D. 2022. Manejo de pulgones transmisores de enfermedades virales en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.), en la zona de Vinces". Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3123>
- Chanaluusa-Saltos, J. S., Álvarez Sánchez, A. R., Reyes-Pérez, J. J., Lizarde, N. A. 2022. Respuesta Agronómica y Fitosanitaria de plantas de Tomate *Solanum lycopersicum* L. A la aplicación de Quitosano en condiciones controladas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 1 39-145. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Depestre Manso, T. L., Camejo González, S. 2014. LICAL, nueva variedad de pimiento obtenida mediante la androgénesis in vitro, para cultivar a campo abierto y en cultivos protegidos. *Agrotecnia de Cuba*, 38(1), 97- 99.
- Fernández, L. y Martínez, V. 2010. Biofertilización de plantas de jimote (*Licopersicum esculentum* L.) con rizobacterias del género *Pseudomonas* con manejo hidropónico. Tesis de

Licenciatura, Programa Educativo Ingeniero Agrónomo, Campus Xalapa, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

González, L. G., Paz, I., Martínez, B., Jiménez, M. C., Torres, J. A. y Falcón, A. 2017. Respuesta agronómica del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*, L) var. HA 301 9 a la aplicación de quitosana. UTCIENCIA. 2(2):55-60. [Links]

Grajales, F. 2012. Biofertilización de plantas de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) con rizobacterias del género *Pseudomonas* en invernadero. Trabajo de Investigación. Universidad de Veracruz, Veracruz, México, 79 p.

Hernández, J.A., Pérez, J.J., Bosch, I.D. y Castro, S.N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba, 93 p.

Jiménez Arteaga, M.C., González-Gómez, L. G., Boicet-Fabré, T., Falcón Rodríguez, A. B. 2018. Respuesta agronómica del pimiento California wonder a la aplicación de Quitomax®. Centro Agrícola, 45(2), 40-46.

Jiménez, M. C., Terrero, S. J. C. González, G. L. G., Paz, M. I. y Falcón, R. A. 2015. Evaluación de la aplicación de quitosana sobre parámetros agronómicos del cultivo de tomate H-3108 (*Solanum lycopersicum* L.) en casas de cultivos protegidos. Centro Agrícola. 42(3):81 -88. [Links]

López-Muñoz, NR., Romero-Bastidas, M., Arce-Amézquita, PM., Hernández-Rubio, JS. 2019. Antifungal activity of antioxidants derived from four cultivars of *Capsicum* spp. against phytopathogenic fungi. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 201 9;6 (1 8):487–98. <http://www.scielo.org.mx/sciel o.php?pid=S2007-9028201 9000300487 &script= sci abstract&tlng=en>

Mendoza, G. 201 6. Evaluación del comportamiento de nueve híbridos de Bell Pepper (*Capsicum annuum* L.) en alta tecnología High Tech, como respuesta a rendimiento y calidad de fruto. (Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo en Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Agronomía. Departamento de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México, 72 p).

<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/8204>

MINAG. 2017. Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivo. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. Agricultura Urbana.

- Moreno Rodríguez, L., González Gómez, G. y Jiménez Arteaga, M. C. 2019. Evaluación de productos bioactivos en semilleros en bandejas en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum*, L) (Original). *Redel. Revista Granmense De Desarrollo Local*, 3(2), 220-230.
- Moreno, Lisset, 2020. Evaluación de productos bioactivos en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum*, L. cv LPD-5) en condiciones de casa de cultivo. *Tesis de Maestría. Universidad de Oriente Facultad de Ingeniería Química y Agronomía. Departamento de Agronomía. Maestría en Ciencias Agrícolas. P-79*
- Ordóñez Salinas, FS. 2019. "Evaluación de un bioestimulante comercial en el rendimiento y desarrollo del cultivo de tomate *Solanum lycopersicum*, L. variedad Fortuna bajo condiciones de invernadero en la provincia del Azuay"; consultado el 26 de mayo de 2022 <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33721/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION.pdf>.
- Pichyangkura, R. & Chadchawan, S. 2015. Biostimulant activity of chitosan in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 196: 49-65. doi:10.1016/j.scienta.2015.09.031 .
- Reche, J. 2010. Cultivo del pimiento dulce en casa de cultivo. Estudios e informes técnicos. Consejería de Agricultura y pesca. Mexico. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo_Pimiento_Invernadero.pdf
- Rendina, N., Nuzzaci, M., Scopa, A., Cuypers, A. y Sofo, A. 2019. Chitosan-elicited defense responses in Cucumber mosaic virus (CMV)-infected tomato plants. *Journal of Plant Physiology*. 234(235):9-17. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2019.01.003> .]
- Reyes, P. J., Enríquez, A. E., Ramírez, A. M., Zuñiga, V. E., Lara, C. y Hernández, M.L.G. 2020. Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 11 (3):457-465.
- Reyes-Pérez JJ, Rivero-Herrada M, Solórzano-Cedeño AE, Carballo-Méndez FJ, Lucero-Vega G, Ruiz-Espinoza FH. 2021 . Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. *Terra Latinoamericana* 39: 1 -13. DOI: 10.28940/terra.v39i0.833
- Rodríguez, D. 2021. Evaluación de Pectimorf® y Quitomax® en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum*, L. variedad Lical). Trabajo de Diploma, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Granma. P,41 .

- Rodríguez, Y., Manso, T.L., Palloix, A. 2018. Nuevas combinaciones híbridas de pimiento para el sistema de cultivo protegido en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2018, vol. 39, no. 1 , pp. 93-101 .
- Rodríguez-Pedroso, A. T., Reyes-Pérez, J. J., Méndez-Martínez, Y. 2019. Efecto del Quitomax® en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L.) var. J-104. *Rev. Fac. Agron. (LUZ* , 36(2): 98-110.
- Rodríguez Reyes, RC., Figueredo Villaverde, J., González Paneque, OS. 2013. Influencia de la quitosana en tomate *Solanum lycopersicum*, Mill var. “Amalia”. *Centro Agrícola*; 40(2):79–84.
- Saavedra, G.M., Figueroa, N.E., Poblete, L.A., Cherian, S. y Figueroa, C. R. 2016. Effects of preharvest applications of methyl jasmonate and chitosan on postharvest decay, quality and chemical attributes of *Fragaria chiloensis* fruit. *Food Chem.* 1 (1 90):448-453. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.107>.
- Sarduy Díaz, M., Díaz Águila, I., Castellanos González, L., Soto Ortiz, R. y Pérez Rodríguez, Y. 2016. Sustratos y soluciones nutritivas para la obtención de plántulas de pimiento y su influencia en la producción en cultivos protegido. *Centro Agrícola*, 43(4), 42-48.
- Sathiyabama, M., Akila, G. y Charles, R. E. 2014. “Chitosan-induced defence responses in tomato plants against early blight disease caused by *Alternaria solani* (Ellis and Martin) Sorauer”. *Archives Of Phytopathology And Plant Protection*, 47(1 6):1963-1973.
- Solis, K. 2020. Aplicación de dos bioestimulantes agrícolas en el comportamiento agronómico del pimiento (*Capsicum annum* L.) en el recinto El Deseo, Guayas. Trabajo de Titulación. Universidad Agraria del Ecuador facultad de Ciencias Agrarias carrera de Ingeniería Agronomica.
- SUMMER ZONE. 2010. Catálogo de productos para la agricultura. <http://www.orgánicosecuador.com/>.
- Veobides- Amador, H., Guridi-Izquierdo, F., Vázquez-Padrón, V. 2018. Las Sustancias Húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos tropicales*; 39(4):102–109.
- Villegas Espinoza, JA., Reyes Pérez, JJ., Nieto Gariba, M., A, Ruiz Espinoza FH, Cruz Falcón, A., Murillo Amador, B. 2018. Bioestimulante Liplant®: su efecto en *Solanum lycopersicum*

L. cultivado en suelos ligeramente salinos. Remexca; Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.9 spe 20 Texcoco <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.985>

Young, S. L., Yong, H. K., y Sung, B. K. 2015. Changes in the respiration, growth, and vitamin C content of soybean sprouts in response to chitosan of different molecular weights”. *HortScience*, vol. 40, no. 5, 8 de enero de 2015, pp. 1333-1335, ISSN 0018-5345, 2327-9834.

Zambrano, M. 2009. Aplicación de tres dosis de bio pirosil como fertilizante orgánico en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L), en la zona de vines. Vines: Universidad de Guayaquil.