

**Efectos del Ácido Piroleñoso y Quitomax en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*, L)
(Original)**

Effects of pyroligneous acid and Quitomax on lettuce (*Lactuca sativa*, L) (Original)

Anabel Oliva Lahera. Ingeniera Agrónoma. Profesora Instructora. Universidad de Granma.

Bayamo. Granma. Cuba. aolival@udg.co.cu 

Luis Gustavo González Gómez. Ingeniero Agrónomo. Máster en Producción Vegetal. Profesor

Auxiliar. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. lgonzalezg@udg.co.cu 

María Caridad Jiménez Arteaga. Ingeniera Agrónoma. Máster en Educación. Profesora Auxiliar.

Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. mjimeneza@udg.co.cu 

Recibido: 19-12-2022/ Aceptado: 20-02-2023

Resumen

El presente trabajo se realizó en el organopónico “18 plantas” de Bayamo de referencia nacional en el periodo de invierno del año 2021, específicamente del 4 de diciembre al 26 de diciembre, con el objetivo de evaluar el rendimiento y calidad de la lechuga variedad Black Seed Simpson al aplicarle Ácido Piroleñoso y Quitomax. Para ello se seleccionaron tres canteros de 30 m de largo y 11,25 m de ancho y se dividieron en tres partes iguales con una separación entre las divisiones de 50 cm, ejecutándose los tratamientos siguientes sobre un diseño de bloque al azar con tres tratamientos y tres réplicas: 1.- Tratamiento 1: Aplicación de Ácido Piroleñoso de manera foliar a los 7 días después del trasplante (DDT); 2.- Aplicación del Quitomax a los 7 días después del trasplante de manera foliar; 3.- Tratamiento control, a los 7 días después del trasplante se asperjó agua. Se evaluaron las siguientes variables en el momento de la cosecha: Altura de las plantas (cm), largo de las hojas (cm), ancho de las hojas (cm), masa de las hojas (g), rendimiento (kg m²) y se realizó un análisis económico. Para evaluar los datos obtenidos se

empleó el paquete estadístico STATISTICA, versión 10, el Análisis de Varianza de Clasificación doble y una prueba de comparación múltiple de media por Tuckey para un nivel de significación del 5 %. Los resultados demostraron el efecto positivo de los dos bioproductos evaluados con un rendimiento de 2,95 y 3,36 kg m² en el Ácido Piroleñoso y Quitomax respectivamente.

Palabras clave: bioproductos; organopónico; rendimiento; lechuga

Abstract

The present work was carried out in the “18 plantas” organoponic of Bayamo, a national reference in the winter period of the year 2021, specifically from December 4 to December 26, with the objective of evaluating the yield and quality of the Black variety lettuce. Seed Simpsom when applying Piroleñoso Acid and Quitomax. For this, three 30 m long and 11.25 m wide beds were selected and divided into three equal parts with a separation between the divisions of 50 cm, executing the following treatments on a random block design with three treatments and three replicates: 1.- Treatment 1: Application of Pyroligneous Acid foliarly 7 days after transplanting (DDT); 2.- Application of Quitomax 7 days after the transplant in a foliar manner; 3.- Control treatment, 7 days after the transplant, water was sprayed. The following variables were evaluated at harvest time: Plant height (cm), leaf length (cm), leaf width (cm), leaf mass (g), yield (kg m²) and an economic analysis was performed. To evaluate the data obtained, the statistical package STATITICA, version 10, the Analysis of Variance of double Classification and a multiple comparison test of means by Tuckey for a significance level of 5% were used. The results demonstrated the positive effect of the two evaluated bioproducts with a yield of 2.95 and 3.36 kg m² in Pyroleño Acid and Quitomax respectively.

Keywords: bioproducts; organopónico; yield; lettuce

Introducción

La lechuga (*Lactuca sativa*, L) es una planta reconocida por su alto contenido de vitaminas A, C y E, minerales como calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro o selenio. Siendo ideal en el consumo humano para las dietas y circulación de la sangre. Este cultivo en sus diferentes formas y colores es una de las hortalizas más consumidas en todo el mundo; son producidas en zonas subtropicales a campo abierto e invernadero (Sharma *et al.*, 2018).

Según la FAOSTAT (2021) los principales productores de lechuga a nivel mundial son China, USA, España, Italia e India, México ocupa el décimo lugar en producción de este cultivo.

Por otro lado, según la base de dato FAOSTAT en FAO (2021) la producción mundial de lechuga en el 2018 fue de 27.5 millones de toneladas: China produjo el 57% y EE. UU. el 13.5%, seguido por India, 4.5%, España, 3.4% e Italia, 2.8%. Sin embargo, los países con mayor rendimiento $t\ ha^{-1}$ se ubican en el siguiente orden: Bulgaria (98,8), Kuwait (46,8), Noruega (41,4), República democrática (41,1), Bélgica (40,8), Jordania (39,8) entre otros. En Sudamérica, Colombia obtiene los mejores rendimientos por hectáreas con 22,2 seguido de Venezuela (19,8), Chile (13,4), Perú (10,9) y Ecuador (7,4).

Los efectos de la aplicación excesiva de la fertilización química, sobre todo elementos nutricionales como el N, considerado un macroelemento, que es el más limitante en la producción agrícola, no solo se ven reflejados en el suelo, sino que también presenta procesos negativos en otros recursos como, por ejemplo, eutrofización, toxicidad y contaminación de aguas subterráneas, contaminación del aire, desequilibrios biológicos y reducción de la biodiversidad (González, 2019).

La aplicación de nuevas tecnologías en la producción de cultivos ha obtenido resultados favorables para el productor y consumidor (Arancon et al., 2015). Sin embargo, se ha descuidado

un pilar fundamental de los ecosistemas, que es el recurso ambiente; producir más implica aumento en la demanda de insumos químicos y sumando los problemas climáticos, las modalidades de los sistemas de producción buscan un cambio para optar por nuevas técnicas amigables con el ambiente y obtener productos inocuos.

En las últimas décadas la agricultura orgánica ha venido tomando cada vez mayor relevancia y hoy es reconocida como un fuerte movimiento internacional. El propósito fundamental de esta es la búsqueda de un modelo alternativo de desarrollo a la agricultura moderna o convencional tipo Revolución Verde, la cual tuvo efectos iniciales de gran impacto en los rendimientos agropecuarios, pero pronto manifestó fragilidad, vulnerabilidad y riesgo para el ambiente, la salud humana, los agroecosistemas y para la seguridad socioeconómica de los agricultores más pobres. Por lo que más tarde se enfocaron hacia un desarrollo agroecológico sostenible, que ofrece mayores ventajas y seguridad ambiental (Terry et al., 2011).

Por ello, es necesario tener en cuenta que los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Además, el valor de la materia orgánica que contiene, ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Vicente et al., 2020).

La producción de la lechuga en la provincia de Granma es muy baja, solo los organopónicos y algunos huertos intensivos la cultivan, por lo cual se necesitan alternativas que garanticen el mejoramiento de los rendimientos. El empleo de los abonos orgánicos combinados con los bioestimulantes constituye una opción para incrementar los mismos y abaratar la producción hortícola.

Uno de los productos líquidos más abundantes de la pirolisis lenta es el Ácido Piroleñoso, el cual es una mezcla compleja de compuestos orgánicos, con un alto contenido de agua y ácido acético. Los líquidos de pirolisis poseen un carácter ácido, debido al contenido de compuestos orgánicos como el ácido acético, el ácido fórmico, y otros de bajo peso molecular (Penedo, 2008).

Es un producto que se utiliza como alternativa para el manejo. No elimina de forma total la presencia de las plagas, sino que disminuye considerablemente el índice poblacional, enfatizando que con estas técnicas de control natural se están logrando productos sanos, así lo describe Coello (2014, citado por Morales & Jeniffer, 2019). El ácido piroleñoso obtenido de cada biomasa hojas, corteza o incluso los residuos generados de aserraderos (aserrín), decantado de sus mezclas con el alquitrán vegetal que se produce en pirolisis cuando se genera la quema de estos, está integrado por un 80 a 90% de agua y muchos compuestos orgánicos; entre ellos, el ácido acético y el alcohol metílico.

Las nuevas investigaciones sugieren el empleo de bioestimulantes como sustitutos de los productos de origen químico, dados los efectos beneficiosos que estos ejercen en las plantas. Entre los nuevos bioestimulantes que comienzan a extenderse en la agricultura internacional, aquellos conformados con polímeros y otros derivados de quitosano (principio activo del Quitomax) tienen una gran aceptación. Consisten en polímeros y oligómeros de glucosamina que pueden estar parcialmente N acetilados y varían por su masa, viscosidad y grado de acetilación, lo cual influye en la actividad biológica que ejercen (Badawy & Rabea, 2011).

El quitosano, es un biopolímero, que ha despertado interés desde su descubrimiento, este es extraído por un proceso de desacetilación, a partir de la quitina, la cual, es un carbohidrato que

forma parte de las paredes celulares de los hongos y está presente en el exoesqueleto de camarones, cola de calamar, crustáceos y cangrejos (García et al., 2020).

Desde esta perspectiva, hace ya varios años en Cuba se ha estado implementando el uso de bioestimuladores de crecimiento vegetal y uno de los de mayor aceptación es el quitosano (principio activo del QuitoMax®), debido a que influye positivamente en la fisiología, nutrición y sanidad de la planta.

Con base en las anteriores consideraciones, el presente trabajo se propone alcanzar el siguiente objetivo: evaluar el rendimiento y calidad de la lechuga variedad Black Seed Simpson, al aplicarle Ácido Piroleñoso y Quitomax.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el organopónico “18 plantas” de referencia nacional en el periodo de invierno del año 2021, específicamente del 4 al 26 de diciembre, señalado como periodo óptimo para la siembra de la variedad Black Seed Simpson, la cual tiene como características fundamentales ser una variedad bastante temprana, de hojas rizadas, el color de estas es verde amarillento y sus semillas son negras, el ciclo es de 50-70 días. Produce semilla en Cuba. Es la más sembrada en el país. Se siembra de septiembre a mayo, siendo la óptima de octubre a diciembre.

Para ello se seleccionaron tres canteros de 30 m de largo y 1,25 m de ancho y se dividieron en tres partes iguales con una separación entre las divisiones de 50 cm, ejecutándose los tratamientos siguientes sobre un diseño de bloque al azar con tres tratamientos y tres réplicas:

1. Tratamiento 1: Aplicación de Ácido Piroleñoso de manera foliar a los 7 días después del trasplante (DDT), dosis de 17 mL L⁻¹ de agua cada 7 días.

2. Aplicación del Quitomax a los 7 días después del trasplante de manera foliar en dosis de 300 mg ha⁻¹.

3. Tratamiento control. A los 7 días después del trasplante se asperjó agua.

Se evaluaron las siguientes variables en el momento de la cosecha.

- Altura de las plantas (cm). Se midieron 10 plantas por tratamiento y réplica desde el cuello de la raíz hasta su parte apical.
- Largo de las hojas (cm). Desde su inserción en el tallo hasta su ápice.
- Ancho de las hojas (cm). Por su parte más ancha de las hojas.
- Masa de las hojas (g). Se pesaron 10 plantas por tratamiento y réplica.
- Rendimiento (kg m²). En base al número de plantas en un metro cuadrado y la masa de las mismas.
- Análisis económico. (Se tomó como base la venta de 1 libra de lechuga a 15 CUP).

Las atenciones culturales fueron dadas de acuerdo al Manual de organopónico y huertos intensivos del Ministerio de la Agricultura (MINAG, 2017). La fertilización se efectuó previo al trasplante con una pala de 1 kg por metro cuadrado. La limpia de mala hierbas se efectuó de manera manual y estando todo el tiempo libre de plantas indeseables. El riego se efectuó por microaspersores cada vez que fue necesario. Con una frecuencia de días alternos durante una hora en las primeras horas de la mañana.

Para evaluar los datos obtenidos se empleó el paquete estadístico ESTATITICA, versión 10, el Análisis de Varianza de Clasificación doble y una prueba de comparación múltiple de media por Tuckey para un nivel de significación del 5 %.

Análisis y discusión de los resultados

El comportamiento del clima durante el periodo del experimento fue típico de este periodo, con temperatura promedio diaria de 28 °C, no ocurrieron precipitaciones y la humedad relativa estuvo alrededor del 79 % diario, por lo que no fue desfavorable para el cultivo.

Los resultados de la tabla 1 muestran la altura de la planta de lechuga en el momento de la cosecha, y las diferencias significativas entre los tratamientos, destacándose el tratamiento con Quitomax con diferencias significativas con el tratamiento control, el cual reporta los mayores valores, pero sin diferencias con el tratamiento donde se aplicó Ácido Piroleñoso y este a su vez no difiere del tratamiento control.

La respuesta de la lechuga a la aplicación de bioestimulantes aplicado a los 7 DDT había sido reportado en trabajos por Wesi (2009, citado por García, 2019) al evaluar Biobras-16 y por Espinosa (2007, citado por García, 2019) al evaluar Pectimorf y QuitoMax en esta variedad; estos autores reportaron valores por debajo a los aquí obtenidos con el Ácido Piroleñoso y el Quitomax.

Estos resultados son mayores a los obtenidos por Morales y Jeniffer (2019) en su investigación de lechuga hidropónica en la que logró una altura de 16.4 cm bajo el efecto de la solución nutritiva Hoangland, entre 21-23 días después del trasplante en la lechuga cressa variedad Acephala. Sánchez (2018, citado por Morales & Jeniffer, 2019), obtuvo un valor superior a lo mencionado anteriormente: altura de 18 cm a los 49 ddt, en el cultivo de lechuga variedad Cressa con condiciones de micro túnel. Esto se debe a que las condiciones ambientales fueron las adecuadas porque no solo su altura aumentó sino también el resto de las variables agronómicas.

Tabla 1. Comportamiento de la variable altura de las plantas (cm)

Tratamientos	Altura de las plantas (cm)
Control	37,80 b
Ácido Piroleñoso	38,90 ab
Quitomax	39,40 a
EE	0.45

Letras: significan que existen diferencias entre los tratamientos para $p \leq 5$ % de probabilidad del error al aplicar Tukey.

En la tabla 2 se observa el comportamiento de la variable longitud de las hojas, donde se observa un comportamiento similar a la variable altura de las plantas, con mejor comportamiento del tratamiento con Quitomax con diferencias significativas en el tratamiento control y más bajo en el tratamiento control sin diferencias con el tratamiento a base de Pectimorf y este sin diferencias con el tratamiento a base de Quitomax.

Mariña et al. (2012, citada por López & Lobaina, 2019) advirtieron el incremento de la longitud de la hoja en cultivo de tabaco negro (*Nicotiana tabacum*, L) al aplicar 0,4; 0,6; 0,8 y 1,0 L ha⁻¹, de Quitomax donde las plantas asperjadas con 0,8 L ha⁻¹ mostraron el mayor valor en la longitud y anchura de la hoja, con diferencias estadísticas respecto al resto de los tratamientos, lo que demuestra que este producto es capaz de provocar una elongación en las hojas, como quedó demostrado en este trabajo.

Rodríguez et al. (2011, citado por López & Lobaina, 2019), al aplicar bioestimulantes en la variedad de lechuga Black Seed Simpson reportó valores de 22, 30 cm con relación a la longitud de las hojas en el momento de la cosecha, este valor es ligeramente superior al tratamiento con Ácido Piroleñoso e inferior al que se obtiene con la aplicación del Quitomax.

Tabla 2. Comportamiento de la variable longitud de las hojas (cm)

Tratamientos	Longitud de las hojas (cm)
Control	21,50 b
Ácido Piroleñoso	22,00 ab
Quitomax	24,00 a
EE	0.72

Letras: significan que existen diferencias entre los tratamientos para $p \leq 5$ % de probabilidad del error al aplicar Tukey.

Con relación al ancho de las hojas no existieron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

Estos resultados no coinciden con los alcanzados por López y Lobaina (2019) cuando probaron diferentes dosis del FitoMas E en el cultivo de la lechuga, y concluyeron que los tratamientos aplicados con dosis 0,7 (L ha⁻¹), presentaron los mejores resultados en esta variable en el momento de la cosecha, al ser comparados con otras dosis.

Rodríguez et al. (2011, citado por López & Lobaina, 2019) al aplicar bioestimulantes en la variedad de lechuga Black Seed Simpson reportó valores de 10,35 cm con relación al ancho de las hojas en el momento de la cosecha, este valor es inferior a los tratamientos evaluados en este trabajo.

Tabla 3. Comportamiento de la variable ancho de las hojas (cm)

Tratamientos	Ancho de las hojas (cm)
Control	12,83
Ácido Piroleñoso	13,16
Quitomax	13,66
EE	0.72

Ausencia de letras: no existen diferencias entre los tratamientos para $p \leq 5\%$ de probabilidad del error al aplicar Tukey.

Estos resultados con relación al número de hojas por plantas coinciden con los obtenidos en la variable ancho de las hojas, donde no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por García (2019), al evaluar la aplicación de Quitomax a los 5, 7 y 9 DDT en el cultivo de la lechuga, lo que parece ser que las dosis evaluadas no son capaces de producir cambios cuantitativos favorables en esta variable.

Morales y Jeniffer (2019) en su investigación, refleja que las variedades con características similares a la Black Seed Simpson pueden alcanzar un número de hojas superior a las 14, este valor se encuentra por encima de las obtenidas en este trabajo.

Tabla 4. Comportamiento de la variable número de hojas por plantas (cm)

Tratamientos	Número de hojas
Control	9,20
Ácido Piroleñoso	10,40
Quitomax	10,80
EE	0.20

Ausencia de letras: no existen diferencias entre los tratamientos para $p \leq 5\%$ de probabilidad del error al aplicar Tukey.

Al evaluar la masa de las plantas se observa que existen diferencias significativas entre los tres tratamientos, con mejor resultado obtenido al aplicar Quitomax, seguido por el tratamiento donde se aplicó Pectimor y por último el tratamiento control.

Terry et al. (2011) reportaron valores de 118-145 g al evaluar Biobras-16, Liplan y Pectimorf, estos resultados son ligeramente inferiores a los obtenidos en el tratamiento donde se aplicó Quitomax en este trabajo, estando los resultados del Ácido Piroleñoso en este rango, y son superiores a los obtenidos en el tratamiento control.

Coincidiendo con Yhony et al. (2019, citado por Morales & Jeniffer, 2019) los bioestimulantes (quitosano) al aplicarse en las plantas, tienen la capacidad de mejorar la eficacia, en absorción y asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico, abióticos y mejorar algunas características agronómicas.

Arteaga et al. (2013, citado por Morales & Jeniffer, 2019) menciona que los efectos de bioestimulantes tienen mayor efecto si se aplican los bioestimulantes en el cultivo de la lechuga a los 7 DDT.

La masa fue inferior en esta experiencia a los resultados de Vicente *et al.* (2020) que, alcanzó un rendimiento de 298,9 g/planta a los 30 DDT con la variedad *Romana Parris Island*.

Rouphael et al. (2020) encontraron que mediante bioestimulantes se aumenta la actividad fotosintética y el estado nutricional de la hoja, como lo reflejan las concentraciones más altas de K, Mg y de Na más bajas, esto indica que hay una mejor acumulación y translocación de

asimilados a sumideros fotosintéticos que mejoran el rendimiento del cultivo, esto sugiere que los bioestimulantes pudieron aumentar el número de los sistemas de fotosíntesis y los complejos de captación de luz que permitieron a las plantas "sintonizar" la fotosíntesis en las condiciones fluctuantes de calidad espectral e intensidad de luz, evitando de esta manera la foto oxidación.

Tabla 5. Comportamiento de la variable masa de las plantas (g)

Tratamientos	Masa de las plantas (g)
Control	95,00 c
Ácido Piroleñoso	135,00 b
Quitomax	146,66 a
EE	0.66

Letras: significan que existen diferencias entre los tratamientos para $p \leq 5\%$ de probabilidad del error al aplicar Tukey.

Según el MINAG (2017) el cultivo de la lechuga y específicamente esta variedad debe obtener un rendimiento de 2,8 kgm², en este experimento solo el tratamiento donde se aplicó Quitomax supera este valor, el cual difiere con los otros dos tratamientos y estos a su vez difieren entre sí.

El buen comportamiento agronómico de la variedad de lechuga Black Seed Simpson, quedó demostrada al compararla con otras variedades internacionalmente sometidas a la aplicación de bioestimulantes, como por ejemplo a los efectos reportados por Quispe *et al.* (2018), los cuales son menores, pues se cosechó a los 21 días después del trasplante y obtuvo un rendimiento de 2,575 g de masa fresca m² en sistema de raíz flotante.

Según información del proveedor de semillas, la lechuga variedad Vizir en condiciones de temperatura óptimas alcanza 280 g/planta a las 6 semanas, bajo el sistema hidropónico raíz flotante, mientras que en otras regiones se obtiene la mitad de peso y la mitad de tiempo para la producción.

Obsérvase que esta variedad de lechuga con características de las hojas similar a la estudiada en este trabajo presenta características similares, sin embargo, su ciclo es más largo y a pesar de esto su rendimiento es menor que cuando aplicamos Quitomax a este cultivo.

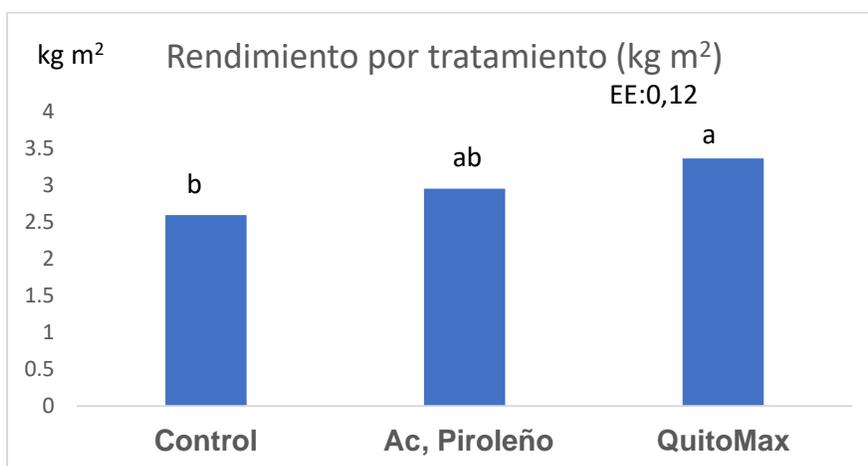
Rodríguez et al. (2011, citado por López & Lobaina, 2019), al aplicar FitoMas en la variedad de lechuga Black Seed Simpson reportó valores entre 1,5 y 1,9 kg m² en la cosecha, este valor es inferior a los obtenidos en este trabajo, aunque demostró que cuando se aplicó el FitoMas supera el rendimiento al tratamiento control, lo que evidenció la respuesta favorable de este cultivo a la aplicación de un bioestimulante, corroborando los resultados de este trabajo.

Estudios realizados con extractos de *S. quadricauda* el cual es un alga, muestra un efecto bioestimulante en las plántulas de lechuga y determina una mayor influencia a nivel del brote, permitiendo que las plantas tratadas acumulen una mayor cantidad de materia seca que las plantas de control, el aumento en las proteínas totales es probable para hacer frente al aumento del crecimiento de las plantas sometidas al tratamiento. Por lo tanto, para lidiar con el aumento de la biosíntesis de proteínas, la planta debe aumentar la absorción de los nutrientes a nivel de la raíz (Puglisi et al., 2020).

En comparación con otro bioestimulante como es el Ácido Piroleñoso, se ha demostrado que en la rizosfera estimula el crecimiento de las raíces y remodela su arquitectura, cambios morfológicos que son fundamentales para mejorar la absorción de nutrientes, en particular, Nitrato, Ca, Mg, y K. La acción bioestimulante del biopolímero vegetal se debió probablemente a la presencia de metabolitos fenoles con auxina y giberelina; se puede inferir que las plántulas producidas con la aplicación de ácidos húmicos tendrían una mayor capacidad de establecimiento en el campo, debido al mayor desarrollo de la raíz (Rouphael et al., 2020).

Xu y Mou (2018) dicen que al aplicar bioestimulantes como es el caso de quitosano (Quitomax) se advierten los efectos sinérgicos de muchos factores, como la mitigación de las enfermedades de las plantas, los insectos y los nematodos, el aumento de la biomasa, las actividades de los microbios beneficiosos, el alto contenido de nitrógeno y calcio, la estructura física mejorada del suelo, la disponibilidad de nutrientes y la estimulación directa del crecimiento de las plantas.

Figura 1. Rendimiento obtenido por tratamientos a los 7 DDT (kg m²)



Los resultados presentados en la tabla 6, demuestran que los mayores ingresos corresponden a los tratamientos donde se aplicó Quitomax y Ácido Piroleñoso en orden decreciente siendo menor en el tratamiento control.

El valor agregado por metro cultivado al aplicar los bioproductos superan en 10,8 y 23,1 CUP, lo que llevado a un cantero de 30 m² serían 324.00 y 693.00 CUP con la aplicación de Ácido Piroleñoso y el Quitomax respectivamente.

Tabla 6. Valoración económica de los tratamientos (CUP/m²)

Tratamientos	Rendimiento obtenido (kg m ²)	Valor de la Producción (CUP)	Valor agregado de la producción (CUP)
Control	2,59	77,7	*****
Ácido Piroleñoso	2,95	88,5	10,8
Quitomax	3,36	100.8	23,1

Conclusiones

1. Se observa un efecto beneficioso en el cultivo de la lechuga al aplicar Ácido Piroleñoso y QuitoMax, obteniendo los mejores resultados en la calidad de las hojas y el rendimiento cuando se aplica Quitomax con 3,36 kg m².

Referencias bibliográficas

- Arancon, N. Q., Schaffer, N., & Converse, C. E. (2015). Effects of Coconut Husk and Sphagnum Moss-Based Media on Growth and Yield of Romaine and Buttercrunch Lettuce (*Lactuca Sativa*) in a Non-Circulating Hydroponics System. *Journal of Plant Nutrition*, 38(8), 1218-1230. <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.983117>
- Badawy, M. E. I., & Rabea, E. I. (2011). A Biopolymer Chitosan and Its Derivatives as Promising Antimicrobial Agents against Plant Pathogens and Their Applications in Crop Protection. *International Journal of Carbohydrate Chemistry*, 2011, 1-29. <https://doi.org/10.1155/2011/460381>
- FAOSTAT. (2021). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- García, A. (2019). *Evaluación de los efectos de Quitomax en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa, L.) y pepino (Cucumis sativus, L.)*. [Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma].
- Garcia, L. G. S., de Melo Guedes, G. M., Fonseca, X. M. Q. C., Pereira-Neto, W. A., Castelo-Branco, D. S. C. M., Sidrim, J. J. C., de Aguiar Cordeiro, R., Rocha, M. F. G., Vieira, R. S., & Brilhante, R. S. N. (2020). Antifungal activity of different molecular weight chitosans against planktonic cells and biofilm of *Sporothrix brasiliensis*. *International*

Journal of Biological Macromolecules, 143, 341–348.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813019365249>

González, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Asesoría Técnica Parlamentaria*.

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf

López, R., & Lobaina, J. (2019). *Comportamiento de plantas hortícola con diferentes dosis de FitoMas E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo*. Centro Universitario Guantánamo.

Ministerio de la agricultura. (2017). *Nuevo Manual de Organopónico y Hortalizas*. Pueblo y Educación.

Morales, R., & Jennifer, J. (2019). *Evaluación de cultivo de lechuga hidropónica (Lactuca Sativa L.) en raíz flotante bajo diferentes soluciones nutritivas* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE)]. *Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4808>

Penedo, M. M. (2008). *Extracción de elementos metálicos de las colas de la Tecnología carbonato amoniacal con líquidos de pirolisis* [Tesis doctoral, Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Oriente]. Santiago de Cuba.

Puglisi I, La Bella E, Rovetto EI, Lo Piero AR, Baglieri A. (2020). Biostimulant Effect and Biochemical Response in Lettuce Seedlings Treated with A Scenedesmus quadricauda Extract. *Plants (Basel)*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/plants9010123>

Quispe, E. W. A., Figueras, M. L. T., Pezoa, A. B., Laguna, O. T., Gonzales, W., & Contreras, V. H. E. (2018). Evaluación de la concentración de nitratos, calidad microbiológica y

funcional en lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en los sistemas acuapónico e hidropónico. *Anales Científicos*, 79(1), 101-110.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6479996>

Rouphael, Y.; Carillo, P.; Colla, G.; Fiorentino, N.; Sabatino, L.; El-Nakhel, C.; Giordano, M.; Pannico, A.; Cirillo, V.; Shabani, E.; Cozzolino, E.; Lombardi, N.; Napolitano, M.; Woo, S.L. (2020). Appraisal of Combined Applications of *Trichoderma virens* and a Biopolymer-Based Biostimulant on Lettuce Agronomical, Physiological, and Qualitative Properties under Variable N Regimes. *Agronomy*, 10(2).

<https://doi.org/10.3390/agronomy10020196>

Sharma, N., Acharya, S., Kumar, K., Singh, N., & Chaurasia, O. P. (2018). Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. *Journal of Soil and Water Conservation*, 17(4), 364-371. <https://doi.org/10.5958/2455-7145.2018.00056.5>

Terry, E., Ruiz, J., Tejada, T., Reynaldo, I., & Díaz de Armas, M. (2011). Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. *Cultivos tropicales*, 32(1), 28-37.

<https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/59>

Vicente, Y., Durand-Cos, J. I., Tope, A., Terry-Lamothe, A. O., Acosta-Acosta, Y. (2020). Alternativas orgánicas para la producción de lechuga (*Lactuca Sativa* L.) en condiciones de organopónico. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 24(3), 101 -110.

Xu, C., & Mou, B. (2018). Chitosan as Soil Amendment Affects Lettuce Growth, Photochemical Efficiency, and Gas Exchange. *Hortte*, 28(4), 476–480.

<https://doi.org/10.21273/HORTTECH04032-18>