

Evaluación de bioproductos en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*, L.) variedad Fomento 95.

Evaluation of bioproducts in the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa*, L.) variety Fomento 95

Manuel VegaReyna⁽¹⁾

Luis Gustavo González Gómez⁽²⁾

Anabel Oliva Lahera⁽³⁾

María Caridad Jiménez Arteaga⁽⁴⁾

Wilmer Ivan Lachimba Sopalo⁽⁵⁾

Julio Cesar Terrero Soler⁽⁶⁾

Alejandro B. Falcón Rodríguez⁽⁷⁾

(1) Ministerio de la Agricultura, Granma, Cuba. email: manuelvegar@nauta.cu.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3465-1429>.

(2) Universidad de Granma. email: ggonzalesg@udg.co.cu.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7005-3077>.

(3) Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. email: aolival@udg.co.cu.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4650-4645>

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

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

(5) Universidad de Cotopaxi. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5785-4199>

(6) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, Baja California Sur. México.

email: jctsoler@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9082-5588>

(7) Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Mayabeque, Cuba. email: alfalcon@inca.edu.cu.

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

Email de contacto: ggonzalesg@udg.co.cu

Artículo recibido: 11/junio/2025. Aprobado: 5/septiembre/2025

Resumen

La investigación se desarrolló en el organopónico “Antonio Ñico López”, ubicado en el Consejo Popular Jesús Menéndez. Se realizaron dos experimentos entre los meses de noviembre y diciembre de 2024. Para ello, se seleccionaron 9 canteros con una longitud de 20 m de largo por 1,20 m de ancho, en los cuales se trasplantaron posturas de la variedad de lechuga *Fomento 95*. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas y tres tratamientos. Los tratamientos se aplicaron después del trasplante: en el primer experimento, a los 7 días; en el segundo, a los 9 días. Los tratamientos fueron: T1 (Control), T2 (Ácido Piroleñoso) y T3 (Quitomax®). Se evaluaron el número de hojas, el peso fresco y el rendimiento. Los datos fueron procesados en el software estadístico STATISTICA. Cuando se verificó la normalidad y homogeneidad, se realizó un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA) con un nivel de significancia del 5% ($p < 0,05$). Las medias se compararon mediante la prueba de Rangos Múltiples de Tukey ($p < 0,05$). Se concluye que la aplicación de Quitomax® tuvo un efecto positivo, con un rendimiento de 3,35 y 2,73 kg/m² a los 7 y 9 días después del trasplante, respectivamente. El Ácido Piroleñoso también mostró un efecto positivo, con valores de 2,95 y 2,66 kg/m² a los 7 y 9 días, respectivamente.

Palabras claves: Acido Piroleñoso, Quitomax®, lechuga, rendimiento.

Abstract

The research was conducted at the “Antonio Ñico López” organoponic, located in the Jesús Menéndez Popular Council. Two experiments were carried out between November and December 2024. For this, 9 raised beds were selected, each 20 meters long and 1.20 meters wide, where seedlings of the *Fomento 95* lettuce variety were transplanted. A randomized block design was used with three replications and three treatments. The treatments were applied after transplanting: in the first experiment, 7 days after transplanting; in the second experiment, 9 days after transplanting. The treatments were as follows: T1 (Control), T2 (Pyroligneous Acid), and T3 (Quitomax®). The number of leaves, fresh weight, and yield were evaluated. Data were processed using the STATISTICA statistical software. When normality and homogeneity were confirmed, a two-way analysis of variance (ANOVA) was performed with a 5% significance

level ($p < 0.05$). Theme answers compare using Tukey's Multiple Range Test ($p < 0.05$). It was concluded that the application of Quitomax® had a positive effect, with yields of 3.35 and 2.73 kg/m² at 7 and 9 days after transplanting, respectively. Pyroligneous Acid also showed a positive effect, with yields of 2.95 and 2.66 kg/m² at 7 and 9 days, respectively.

Keywords: Pyroligneous Acid, Quitomax®, lettuce, performance.

Introducción

La producción mundial de lechuga (*Lactuca sativa* L.) alcanzó un récord histórico en 2021, con un total de 28.443 millones de kilogramos. Sin embargo, en 2023 se registró un descenso del 1,3 %, situándose en 28.085 millones de kilogramos. Este descenso ha sido atribuido a factores climáticos adversos, la reducción de áreas cultivadas y dificultades logísticas, especialmente en países como España y los Países Bajos. Durante 2022, la producción mundial fue de 27.149 millones de kilogramos, cultivados en una superficie total de 1,24 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio estimado de 2,19 kg/m² (Hortoinfo, 2025).

En el contexto latinoamericano, Cuba no figura entre los principales países productores de lechuga. Su producción agrícola se orienta principalmente hacia cultivos como el café, los frijoles y otros vegetales adaptados a las condiciones tropicales. En este país, diversos proyectos de sostenibilidad agrícola, apoyados por organismos internacionales como el Programa Mundial de Alimentos (WFP, por sus siglas en inglés), promueven el uso de tecnologías como invernaderos con mallas de sombra para optimizar el desarrollo de hortalizas —incluida la lechuga— en climas extremos. No obstante, hasta la fecha no se dispone de datos oficiales sobre la producción nacional de este cultivo (World Food Programme, 2025).

En relación con el uso de bioproductos, el Quitomax® es un bioestimulante cuyo principio activo es el quitosano. Este compuesto ha sido evaluado principalmente en cultivos como el maíz, en los cuales ha demostrado un incremento del rendimiento de hasta 12 t/ha (González, 2018). Aunque no existen estudios específicos en lechuga, su mecanismo de acción sugiere beneficios potenciales, como la activación de las defensas vegetales, una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes y el aumento en el rendimiento del cultivo.

Por otra parte, el ácido piroleñoso es un aceite biológico obtenido mediante la pirólisis controlada de biomasa lignocelulósica. Este subproducto ha ganado atención en distintos países por su uso como insumo agrícola sostenible, dada su capacidad para mejorar la salud del suelo y reducir el impacto ambiental. Su utilización responde a estrategias orientadas a mitigar los efectos del cambio climático y disminuir riesgos para la salud humana (Grewal, Abbey y Gunupuru, 2018).

Objetivo

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el rendimiento y sus componentes en el cultivo de lechuga (variedad Fomento 95) mediante la aplicación de los bioproductos Quitomax® y ácido piroleñoso.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el organopónico “Antonio Níco López”, ubicado en el Consejo Popular Jesús Menéndez, municipio Bayamo, provincia Granma (Cuba). El estudio se realizó sobre un suelo artificialmente construido, compuesto por suelo transportado y materia orgánica de diversas procedencias. El período experimental comprendió del 14 de noviembre al 14 de diciembre de 2024.

Se ejecutaron dos experimentos utilizando un diseño de bloques al azar con tres réplicas y tres tratamientos. En el primer experimento, los tratamientos se aplicaron a partir de los 7 días después del trasplante (DDT), y en el segundo experimento, a partir de los 9 DDT.

Tratamientos evaluados

- T1 – Control: Aplicación de agua (H₂O) a los 7, 14 y 21 DDT en el primer experimento, y a los 9, 16 y 23 DDT en el segundo experimento.
- T2 – Ácido piroleñoso: Aplicación foliar de una solución de 17 mL·L⁻¹ de agua en los mismos días señalados para cada experimento.
- T3 – Quitomax®: Aplicación foliar en dosis de 0,3 mL·L⁻¹ de agua. Se aplicó una única vez: a los 7 DDT en el primer experimento y a los 9 DDT en el segundo.

La cosecha se realizó cuando las plantas alcanzaron su punto óptimo: a los 30 DDT en el primer experimento (con aplicaciones a partir de los 7 DDT) y a los 32 DDT en el segundo (con aplicaciones a partir de los 9 DDT).

VARIABLES EVALUADAS

Se evaluaron variables morfológicas seleccionando 10 plantas por réplica. Las mediciones se realizaron en cuatro momentos:

1. Primera medición: En el momento de aplicación de los tratamientos (7 y 9 DDT).
2. Segunda medición: A los 14 días después de la aplicación (DDA).
3. Tercera medición: A los 21 DDA.
4. Cuarta medición: En el momento de la cosecha (30 DDT para el primer experimento y 32 DDT para el segundo).

En cada una de estas mediciones se evaluó:

- Número de hojas

Además, en el momento de la cosecha se midieron las siguientes variables:

- Masa fresca de las plantas (g)
- Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)
- Caracterización del abono orgánico

El abono orgánico utilizado fue un residuo de central azucarero, cuya caracterización química fue realizada por el Laboratorio Provincial de Suelos del Ministerio de la Agricultura en Granma. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

N(%)	P(%)	K(%)	pH	MO(%)	C/N	Cenizas (%)	Ca(%)	Mg(%)	C.E dS m ⁻¹
1.98	0.87	0.12	7.0	61	18	39	4.84	3.9	0.99

Tabla 1. Análisis químico del abono orgánico utilizado (residuo de central azucarero).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO EMPLEADO

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA). Cuando se detectaron diferencias significativas al nivel de $p < 0.05$, las medias fueron comparadas mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey. El procesamiento estadístico se realizó utilizando el software STATISTICA® versión 10, bajo entorno Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto al número de hojas por planta, los valores obtenidos se reflejan en la tabla 2, al evaluar los mismos, se observa que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos cuando los bioproductos fueron aplicados a los 7 DDT, estos resultados no coinciden con los obtenidos por Estudillo, *et al.*,(2017), el cual reporta diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en su investigación con relación al número de hojas por planta. El mayor valor obtenido en el incremento de esta variable corresponde al tratamiento donde se aplicó Quitomax®.

Martínez, García y Sánchez (2021) al evaluar dos bioestimulantes en el cultivo de la lechuga, reportan un incremento significativo del número de hojas por planta, cuando los bioestimulantes son aplicados a los 6 y 14 DDT y realizar la medición de esta variable a los 28 DDT, Estos autores realizaron una segunda evaluación a los 40 DDT, el resultado es similar, al obtener mayor número de hojas por planta en los tratamientos donde se aplicó los bioestimulantes y ser comparados con en el tratamiento control. Los resultados de esta investigación, no coinciden con los obtenidos por estos autores.

Tratamientos	Primera	Segunda	Tercera	Momento cosecha	Incremento
Control	5,66	7,66	9,20	8,40	3,26
Acido Piroleñoso	5,00	8,00	10,40	9,40	4,40
Quitomax®	5,33	8,33	10,80	9,80	4,47
EE	0.14	0.10	0.26	0.19	

Tabla 2. Comportamiento del número de hojas por plantas en cuatro mediciones. Ausencia de letras en las columnas significa que no existen diferencias entre los tratamientos para $p \leq 5\%$ de probabilidad del error al aplicar Tukey.

En la tabla 3, se aprecia al evaluar el número de hojas cuando los bioproductos fueron aplicados a los 9 DDT, que en la segunda medición y en el momento de la cosecha existieron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados para esta variable. El incremento del número de hojas desde la primera aplicación hasta la cosecha fue superior en el tratamiento donde se aplicó ácido piroleñoso, a diferencia de la aplicación de los bioproductos a los 7 DDT, donde el mayor valor en el incremento se obtuvo en el tratamiento donde se aplicó Quitomax®.

Núñez *et al.*, (2015) al evaluar en condiciones de cultivo semiprotegido y organopónico al cultivo de la lechuga, reportaron valores entre 10,6 y 13,4 hojas por planta en el momento de la cosecha, siendo superior en condiciones de organopónico, que de cultivo protegido.

Cuando se realizó la cosecha, los resultados de esta investigación coinciden con el rango mencionado por estos autores en igual momento.

Batista (2013), al aplicar quitosano en el cultivo de la lechuga variedad Lital reporta un incremento del número de hojas de 12,77 hojas en el tratamiento donde se aplicó el polímero, por planta por 11,17 hojas en el tratamiento control. Estos resultados son inferiores a los obtenidos en el tratamiento donde se aplicó Acido piroleñoso y son superiores al tratamiento donde se aplicó el Quitomax® y al tratamiento control.

Para la variedad Fomento 95, Brito *et al.*, (2010) reportaron valores entre 6,7 y 10,75 hojas en el momento de la cosecha, el máximo valor obtenido por estos autores, es inferior a lo obtenido en esta investigación, cuando se aplican los bioproductos y similar al obtenido en el tratamiento control, lo que demuestra el efecto beneficioso de los bioproductos sobre esta variable, en la variedad evaluada.

Tratamientos	Primera	Segunda	Tercera	Momento cosecha	Incremento
Control	4,70	6,40 b	8,20	10,00 b	5,3
Acido Piroleñoso	5,00	7,40 b	8,40	12,80 ab	7,8
Quitomax®	6,00	9,40 a	9,80	11,20 a	5,2
EE	0.20	0.42	0.29	0.47	

Tabla 3. Comportamiento del número de hojas por plantas en cuatro mediciones. Ausencia de letras en las columnas significa que no existen diferencias entre los tratamientos para $p \leq 5\%$ de probabilidad del error al aplicar Tukey.

La tabla 4 muestra el efecto positivo de los bioproductos sobre la masa de las plantas, cuando se realiza la aplicación a los 7 DDT, con diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el de mejor resultado la aplicación de Quitomax®, seguido de ácido piroleñoso, los cuales difieren significativamente del tratamiento control.

En el segundo experimento, cuando se realizó la aplicación de los bioproductos a los 9 DDT, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con relación a la masa de las plantas, el efecto provocado por los bioestimulantes es menor, con valores inferiores a los obtenidos en el primer experimento.

Erazo (2020) reportó el efecto de dos bioestimulantes sobre el cultivo de la lechuga, con relación a la masa fresca de las plantas, al plantear que existe evidencia de que aplicaciones de sustancias húmicas incluyendo ácidos fúlvicos, pueden aumentar la masa fresca ocurriendo una rápida

metabolización de los aminoácidos, aumentando así las actividades enzimáticas, respecto al metabolismo de nutrientes como el nitrógeno, generando una mayor acumulación de fotoasimilados lo que coincide con lo señalado al respecto por Silva, *et al.*, (2020).

Rouphael y Colla,(2020) reportan que los bioestimulantes, aumentan la actividad fotosintética y el estado nutricional de las hojas, lo cual indica que hay una mejor acumulación y translocación de asimilados a sumideros fotosintéticos que mejoran el rendimiento del cultivo y sugiere que los bioestimulantes pudieron aumentar el número de los sistemas de fotosíntesis y los complejos de captación de luz.

Tratamientos	Aplicación a los 7 DDT	Aplicación a los 9 DDT
Control	105.00 c	109.00
Acido Piroleñoso	139.00 b	111.00
Quitomax®	149.46 a	114.00
EE	0.44	0.68

Tabla 4. Comportamiento de la variable masa de las plantas en los dos experimentos (g). Ausencia de letras en las columnas significa que no existen diferencias entre los tratamientos para $p \leq 5\%$ de probabilidad del error al aplicar Tukey.

Al evaluar el rendimiento, en el primer experimento (7 DDT) existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, reportándose el mayor valor en el tratamiento donde se aplicó Quitomax® y en el segundo experimento (9 DDT) los dos tratamientos donde se aplicaron los bioproductos superan significativamente al tratamiento control, sin diferencias significativas entre ellos.

Estos resultados muestran una alternativa viable económicamente para este cultivo, ya que ambos bioproductos son de procedencia nacional y su uso resulta técnicamente factible al contribuir al incremento del rendimiento.

Similar resultado obtuvo Oliva (2023) en las mismas condiciones de organopónico y con la misma variedad de lechuga de este experimento, lo que corrobora la veracidad de los datos aquí presentados.

Brito *et al.*,(2010) reportan rendimientos entre 3,17 y 7,13 kg m² al evaluarla variedad Fomento 95. En esta investigación, solo el tratamiento con Quitomax® en el experimento a los 7DDT, se

obtuvo un rendimiento dentro del rango señalado por los autores anteriores, el resto de los valores obtenidos por tratamientos en los dos experimentos, están por debajo de los valores señalados.

González (2020) en una investigación semejante, estima un rendimiento promedio de 4,3 kilogramos por metros cuadrado, para el tratamiento T1 (Quitomax®), los cuales son superiores a los obtenidos en este trabajo. Los resultados obtenidos por Quiñones, *et al.* (2023) son menores a los logrados en esta investigación, estos investigadores realizaron la cosecha a los 21 días después del trasplante, logrando un rendimiento de 2,575 kg m² en sistema de raíz flotante.

Los resultados de Villafuerte (2020), alcanzaron un rendimiento de 2,9 kg m² a los 30 DDT con la variedad Romana Parris Islan, variedad similar morfológicamente a la variedad Fomento 95, los cuales coinciden con los resultados obtenidos, cuando se aplica el ácido piroleñoso y este valor es inferior a los obtenidos cuando se aplicó Quitomax® a los 7 DDT.

Por otro lado Núñez *et al.*, (2015), reportan valores de 2.2 kg m² para la variedad Fomento 95, tanto en condiciones de organopónico como de cultivo semiprotegido, los mismos son inferiores a los valores obtenidos en los tratamientos donde se aplicaron los bioproductos tanto a los 7 como a los 9 DDT.

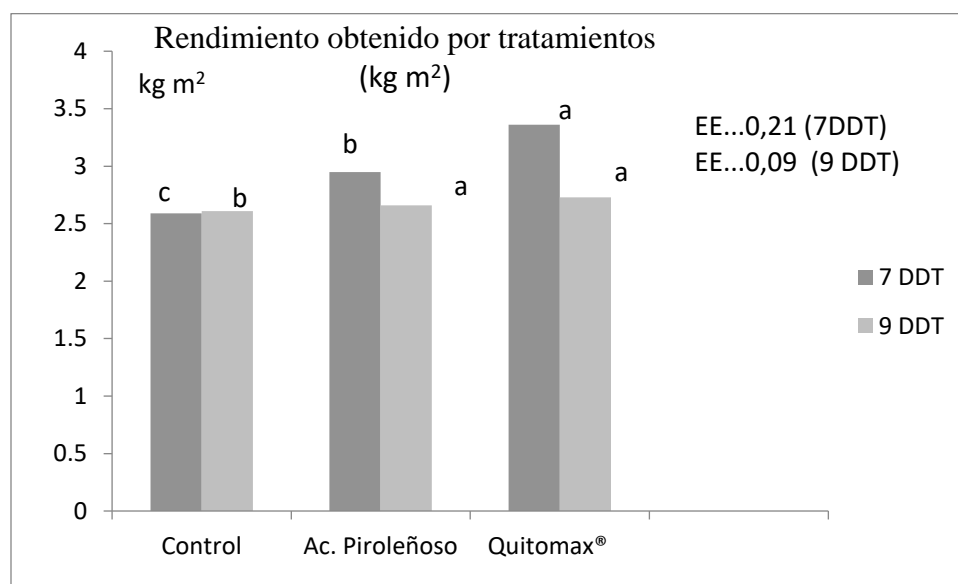


Figura 1. Rendimiento obtenido por tratamientos a los 7 y 9 DDT (kg m²).

Conclusiones

El rendimiento de la lechuga de la variedad Fomento 95, bajo el efecto de dos bioproductos en condiciones de organopónico fue positivo, alcanzando valores de 3,35 y 2,73 kg/m² al aplicar Quitomax®, y de 2,95 y 2,66 kg/m² con el Ácido Piroleñoso a los 7 y 9 días después del trasplante (DDT), respectivamente. Estos valores superaron al tratamiento control, que obtuvo 2,59 y 2,61 kg/m² en los experimentos realizados.

Referencias bibliográficas

- Batista, Lizandra. (2013). Evaluación de tres dosis de quitosana en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Lital en condiciones de organopónico semi tapado en el municipio de Matanzas. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Facultad de Agronomía TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO- P-54
- Brito, A., Noel J. Arozarena Daza, Grisel Croche Alfonso, Jesús Fernández Alonso, Hipólito Ramos Cordero, Bismark Creagh, Sonia Álvarez Encinosa, Domingo Pérez Ravelo¹, José F. Gil Vidal y Orlando Daniel Sánchez Reyes. (2010). Respuesta de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*, L.) a diferentes densidades de plantación bajo régimen de cultivo semiprotegido. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt"(INIFAT), 2 UBPC Fernando García Rosales, MINAZ. Folleto:P34.
- Erazo, L. (2020). Uso de bioestimulantes en la producción de lechuga hoja de roble en clima cálido tropical. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.<https://bdigital.zamorano.edu/items/cbf3999d-0cfe-4ad0-8c79-5a43e82af6d4>
- Estudillo, A.A., González, J.A.-A., López, R.-C.A., Rojas, A.-C.A.(2017). Efecto de Extractos de Algas Marinas y Aminoácidos en el Crecimiento de Lechuga (*LactucaSativa* L.) Bajo un Sistema de Raíz Flotante.<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42211>
- González, G. (2018). Evaluación del Biobras-16 en cultivos de interés agrícola. CD Memorias del evento Internacional del Instituto de Investigaciones Agrícola Jorge Dimitrov.

- González, W. (2020). Producción de lechuga hidropónica (*Lactuca sativa l.*) en sistema de raíz flotante bajo el efecto de 3 bioestimulantes. Universidad Estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Agropecuaria. P-75 <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5684>
- Grewal, A.; Abbey, L.; Gunupuru, L. (2018). Production, prospects and potential application of pyrolytic acid in agriculture. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 135, 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2018.09.008>
- Hortoinfo, (2025). España es el mayor exportador mundial de lechuga, pero a mitad de precio que Holanda. Disponible en: <http://www.hortoinfo.es/index.php/8819-exportacion-mundial-lechuga-161225>.
- Martínez, F., García, M., & Sánchez, P. (2021). Rentabilidad de bioestimulantes en agricultura protegida: Análisis comparativo. Agronomía Sostenible, 15(4), 78-89.
- Núñez, Dania, Dianela Ibáñez Madan, Ramón Liriano González y Miladys Boche Yera. (2015). Evaluación del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) bajo los sistemas de organoponía y semiprotegido. Centro Agrícola, 42(3): 41-47; julio-septiembre, 2015.
- Oliva. A. (2023). Efectos del Ácido Piroleñoso y Quitomax en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa, L.*). Revista REDEL. VOL.7 No1.
- Quiñones Alvarado, S. V. (2023). Evaluación de seis cultivares de lechuga (*Lactuca sativa, L.*) en el comportamiento agronómico bajo condiciones de Huari, Ancash. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.50014067/8644/SOLE%202024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rouphael Y, Colla G. (2020). Editorial: Biostimulants in Agriculture. Front Plant Sci. 11:40. eng. doi:<https://10.3389/fpls.2020.00040>.
- Silva, R., Santos, A., Carneiro, J., Marques, LC., Rodrigues, LU., Faria, AJ., de, Freitas, GA., de, Nascimento, VL. (2020). Biostimulants Based on Humic Acids, Amino Acids and Vitamins Increase Growth and Quality of Lettuce Seedlings. JAS. 11(6):235. doi:<https://10.5539/jas.v11n6p235>.
- Villafuerte, C., (2020). Comportamiento agronómico de cuatro cultivares de lechuga (*Lactuca sativa L.*) mediante sistema hidropónico en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8023>

World Food Programme. (2025). Cuba: rethinking farming to face the climate crisis.
<https://www.wfp.org/stories/cuba-rethinking-farming-face-climate-crisis>