

Efecto de alternativas bioorgánicas en la respuesta agronómica del cultivo de la cebolla en la finca Los Ángeles

Pedro Jesús López Labarta¹, Yaima de las Mercedes Daniel Ortega², Yohandri Viamontes Pacheco³, José Luis Montejo Viamontes⁴ & Dania González Gort⁵

¹ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3445-7722>, UCTB Suelos, Camagüey, Cuba, ²ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0187-870X>, Universidad de Camagüey, Departamento de Agronomía, Cuba, ³Empresa Agropecuaria Militar Camagüey, Departamento agrícola, Cuba, ⁴ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0297-2631>, UCTB Suelos, Camagüey, Cuba, ⁵ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6420-5548>, Universidad de Camagüey, Departamento de Agronomía, Cuba.

Citación: López Labarta, P. J., Daniel Ortega, Y. de las M., Viamontes Pacheco, Y., Montejo Viamontes, J. L., & González Gort, D. (2021). Efecto de alternativas bioorgánicas en la respuesta agronómica del cultivo de la cebolla en la finca Los Ángeles. *Agrisost*, 27(1), 1–9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7941490>

Recibido: 14 marzo 2019

Aceptado: 22 diciembre 2020

Publicado: 1 febrero 2021

Financiamiento: No se declara.

Conflictos de interés: No se declaran.

Correo electrónico: yaima.daniel@reduc.edu.cu

Resumen

Contexto: La cebolla (*Allium cepa* L.) es un bulbo comestible que ocupa, como hortaliza, el tercer lugar en términos de superficie cosechada, de manera general, las producciones agrícolas mundiales de este cultivo se realizan de forma intensiva, con grandes aplicaciones de agroquímicos lo cual pone en riesgo la sostenibilidad agrícola, la salud y el cuidado del medio ambiente.

Objetivo: Con el objetivo de evaluar el efecto de alternativas bioorgánicas en la respuesta agronómica del cultivo de la cebolla.

Métodos: Se utilizó un diseño experimental de un bloque al azar con siete tratamientos (testigo absoluto y muestras con aplicación de Humus Líquido Natural, Humus Líquido Mejorado, Humus Líquido Fortificado, Humus Líquido Fortificado más Inductor Fosfórico, BayFolan Forte, FitoMas-E) y cuatro réplicas. Se realizaron con una frecuencia de siete días a partir de los siete días posteriores a la siembra de los bulbillos, siendo los indicadores evaluados la altura de la planta, grosor del pseudotallo, número de hojas, diámetro del bulbo, y rendimiento agrícola. Se determinaron los indicadores económicos fundamentales en cada uno de los tratamientos. Calculando los gastos, los ingresos, ganancia y el efecto económico

Resultados: Los resultados muestran en los indicadores morfofisiológicos y de rendimiento el efecto positivo de la aplicación de diferentes alternativas bioorgánicas. Así como mayores ganancias económicas con respecto al testigo.

Conclusiones: La aplicación de alternativas bioorgánicas mostró un efecto positivo en los indicadores morfofisiológicos y de rendimiento evaluados. El humus líquido fortalecido más inductor fosfórico alcanzó los mejores resultados, siendo este el de mayor ganancia en la valoración económica.

Palabras clave: Alternativas bioorgánicas, alternativas agroecológicas, Humus líquido fortificado más inductor fosfórico.

Effect of Bio-Organic Alternatives in the Agronomic Response of Onion on Los Angeles Farm

Abstract

Context: The onion (*Allium cepa* L.) is an edible bulb that occupies, as a vegetable, the third place in terms of harvested area, in general, the global agricultural productions of this crop are carried out intensively, with large applications of agrochemicals which puts agricultural sustainability, health and environmental care at risk.

Objective: With the objective of evaluating the effect of bioorganic alternatives on the agronomic response of onion cultivation.

Methods: An experimental design of a randomized block with seven treatments was used (absolute control and samples with application of Natural Liquid Humus, Improved Liquid Humus, Fortified Liquid Humus, Fortified Liquid Humus plus Phosphoric Inductor, BayFolan Forte, FitoMas-E) and four replicas. They were carried out with a frequency of seven days from the seven days after the sowing of the bulbs, the indicators being evaluated the height of the plant, thickness of the pseudo total, number of leaves, diameter of the bulb, and agricultural yield. The fundamental economic indicators in each of the treatments were determined. Calculating expenses, income, profit and economic effect.

Results: The results show in the morphophysiological and performance indicators the positive effect of the application of different bioorganic alternatives. As well as greater economic gains with respect to the witness.

Conclusions: The application of bioorganic alternatives showed a positive effect on the morphophysiological and performance indicators evaluated. The strengthened liquid humus plus phosphoric inducer achieved the best results, this being the one with the highest gain in the economic valuation.

Key words: *Bioorganic alternatives, agroecological alternatives, fortified liquid humus plus phosphoric inducer.*

Introducción

Las hortalizas constituyen un tema de extrema importancia, pues los incrementos en la producción per cápita mundial ascienden cada año. La cebolla (*Allium cepa*. L) es un bulbo comestible que ocupa, como hortaliza, el tercer lugar en términos de superficie cosechada, sólo superada por la papa y el tomate. Según la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2015) se cosecharon 5 millones de hectáreas y la producción alcanzó los 88 millones de toneladas, con un rendimiento promedio de 16,8 t. ha⁻¹.

En los momentos actuales una de las mayores preocupaciones lo constituye el abastecimiento de alimentos motivados por un rápido crecimiento de la población, estimándose para mediados del 2013 una población mundial de 7.2 billones de personas; según estudios realizados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) esta cifra se incrementará en casi un billón para el 2025. El área de tierra cultivable en uso sólo se incrementó en un ocho por ciento y las tierras cultivables per cápita se redujeron sustancialmente (de 0,45 a 0,25 ha) (FAO, 2015).

De manera general, las producciones agrícolas mundiales se realizan de forma intensiva, con grandes aplicaciones de agroquímicos lo cual pone en riesgo la salud del productor, de la familia, que en muchos casos vive dentro de la unidad de producción y colabora con las labores de campo, así como también del consumidor. La sociedad cada vez está más interesada en reducir el daño al ambiente causado por las actividades agrícolas, sobre todo con respecto a riesgos de salud que son el resultado del uso desmedido de agroquímicos.

A nivel mundial la agricultura se encuentra en una crisis motivada por impactos negativos, es por ello que la agroecología es una alternativa para la agricultura de futuro como verdadera base científica de la agricultura sostenible y son muchos los ejemplos de lugares donde se observan experiencias que demuestran que resulta posible obtener

producciones agrícolas mediante sistemas sostenibles (Vázquez & Funes, 2014).

Según Castillo (2014) el uso de los biofertilizantes son alternativas para lograr una agricultura sostenible debido a que nos posibilita sustituir los fertilizantes minerales, obtener niveles adecuados de rendimientos y mejorar la calidad de los productos. Un ejemplo de producto aplicado es el humus líquido, natural, mejorado y fortificado proveniente de cachaza y estiércol vacuno. También se encuentra la utilización de otros productos estimuladores del crecimiento y desarrollo de los cultivos que han tomado auge, como es el caso del Bayfolan Forte y FitoMas-E, los cuales son de suma importancia en nuestro país para desenvolver una agricultura prospera y sostenible.

La presente investigación busca alternativas de producción en el cultivo de la cebolla con un mínimo de recursos utilizando novedosos sistemas con la premisa de establecer una agricultura ecológica, sostenible y de multipropósito, para obtener rendimientos aceptables y económicos; relacionado con la nutrición de los cultivos, aplicación de variantes de humus, Bayfolan Forte y FitoMas-E en la sustitución de productos químicos, en nuestras condiciones edafoclimáticas.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la finca Los Ángeles, perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Hugo Camejo, en el municipio de Camagüey, sobre un suelo *Pardo grisáceo típico* (Instituto de Suelos, 1975; Hernández et al., 1999), se encuentra ubicada a unos 8 km al sur de la cabecera provincial en los 21° 19' 40" de latitud Norte y los 77° 56' 25" de longitud Oeste y a una altura de 85 msnm (Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1984).

Se utilizó un diseño de bloque al azar con siete tratamientos y cuatro réplicas. Las dosis empleadas para el estudio se muestran en la Tabla 1.

La composición de los tratamientos se describe a continuación:

Humus líquido Natural: Contiene citoquininas, auxinas, ácidos húmicos y glucosa.

Humus líquido Mejorado: Ostenta en su composición una combinación de HLN además de fosforina, azotobacter y glucosa.

Humus líquido Fortificado: Está compuesto por fosforina, azotobacter, glucosa, citoquininas, auxinas y minerales.

Humus Líquido Fortificado + Inductor Fosfórico: Posee citoquininas, auxinas, ácidos húmicos, minerales, fosforina, azotobacter, ácido fosfórico y glucosa.

Bayfolan Forte: Contiene vitaminas y fitohormonas, además de 17 elementos químicos como Boro (B), Calcio (Ca), hierro (Fe), cobre (Cu) entre otros.

FitoMas-E: Posee 12 aminoácidos libres, bases nitrogenadas, sacáridos, polisacáridos y oligosacáridos biológicamente activos.

Tabla 1. Dosis de los tratamientos utilizados en el estudio

Tratamientos	Dosis (L/ha)
T-1 Testigo relativo	-
T-2 Humus líquido natural	2.0
T-3 Humus líquido mejorado	2.0
T-4 Humus líquido fortificado	2.0
T-5 Humus Líquido Fortificado + Inductor Fosfórico	2.0
T-6 Bayfolan Forte	2.0
T-7 FitoMas- E	2.0

Los bioestimulantes se aplicaron según las recomendaciones de la Unidad Científica Tecnológica de Base (UCTB) de Suelos Camagüey. Para el caso de las cuatro variantes de humus líquido se midieron 20 mL de cada bioestimulante para posteriormente llevar este volumen a 2 L y aplicarlo a las cuatro réplicas de cada tratamiento.

Las réplicas quedaron constituidas por la variedad de cebolla, Yellow Granex Híbrida F1. Los productos ensayados fueron aplicados de forma foliar en horas tempranas de la mañana posterior al humedecimiento del suelo por el riego, con una frecuencia de siete días a partir de los 7 días posteriores a la siembra de los bulbillos. Para su aplicación se utilizó una mochila de 16 litros de capacidad ajustando la dosis por tratamiento.

La fecha de siembra fue el 10 de septiembre del 2018 y la recolección fue el 14 de enero 2019. La preparación del suelo se realizó 45 días antes de la siembra mediante el sistema de laboreo reducido donde se utilizó el multirado, luego una grada ligera y posteriormente el surque. Fueron utilizadas semillas certificadas, con un valor del 92 % en la prueba de

germinación. El método de siembra utilizado fue la plantación de los bulbillos o bulbitos, se realizó de forma manual utilizando bulbitos de 2.0 cm de diámetro en los camellones con un marco de plantación de 0.80 m x 0.05 m, utilizando una hilera por surco de forma manual.

Para el control de las malezas con dominio de dicotiledóneas se empleó una preparación de suelo mediante el uso del multirado. Luego de establecido el cultivo para controlar las plantas indeseables se trabajó de forma manual.

Para el establecimiento de las dosis de fertilizantes minerales se consideró, el tipo de suelo y los resultados del análisis de suelo. Utilizando una fertilización mineral de fondo de N: 100-120 kg/ha, P₂O₅: 0-100 kg/ha, K₂O: 0- 200 kg/ha. Se utilizó un sistema de riego por aspersión. Este se aplicó cada 3-4 días con norma parcial neta de 250 m³.ha⁻¹.

Para los parámetros evaluados en el período de estudio se tomó en cuenta según lo establecido por las normas técnicas de calidad, expuestas por (Marrero et al., 2009).

A los 30 y 60 días se evaluaron los indicadores fenológicos, altura de la planta, grosor del pseudotallo, número de hojas. A los 60 días se evaluó el diámetro del bulbo, y el rendimiento agrícola. En cada uno de los tratamientos se evaluaron 10 plantas por réplica. Altura de la planta: se determinó midiendo desde la base del pseudotallo de la planta, hasta la punta de la hoja, después de establecida la plantación de los bulbillos con la ayuda de una cinta métrica en cm. Grosor del pseudotallo se determinó, utilizando como instrumento de medición un pie de rey en (mm). Número de hojas se realizó por conteo en las plantas de muestra. Diámetro del bulbo: se determinó de forma individual utilizando un pie de rey para su medición en (mm). Rendimiento agrícola: fue evaluado tomando muestras por los tratamientos de la cantidad de plantas para un m², se realizó el pesaje de las plantas en Kg y luego se convirtió a t.ha⁻¹.

El procesamiento estadístico de los resultados se desarrolló con el empleo del utilitario Statistical Package for Social Science (SPSS) versión 11.5.1 para Window (2003). A través del mismo se comprobó la distribución normal de los datos en cada variable, se realizó análisis de varianza, para observar la existencia o no de diferencias entre las medias de las variables analizadas. Se realizó además la prueba de rango múltiple Duncan al 0.05% de error en consideración a los indicadores fenológicos del cultivo.

Se determinaron los indicadores económicos fundamentales en cada uno de los tratamientos. Calculando los gastos, los ingresos, ganancia y el efecto económico de acuerdo a las normas ramales del Ministerio de Agricultura (Metodología para la

evaluación económica de las empresas agrícolas, 1990)

Resultados y discusión

En la tabla 2 se puede observar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en la altura de las plantas.

A los 30 días se observa, en la dinámica de crecimiento de las plantas cuando se aplica las variantes bioorgánicas, que no existe diferencias estadísticas entre ellas y si con respecto al testigo. Obteniendo el mayor valor numérico Humus Líquido Fortificado más Inductor Fosfórico (T-5).

A los 60 días el Humus Líquido Fortificado más Inductor Fosfórico (T-5) manifestó mayor altura de la planta con un valor promedio de 56.95 cm, mostrando diferencia con los demás tratamientos.

Este resultado alcanzado por el Humus Líquido Fortificado más Inductor Fosfórico es muy favorable, al lograr incrementar la altura de la planta en 38.3 y 59.95 cm respectivamente en comparación con el testigo, con valores promedio de 31.35 y 44.75 cm a los 30 y 60 días.

Esto evidencia el resultado positivo de la utilización de esta alternativas bioorgánicas de fertilización, debido a que este producto se compone de ácidos húmicos, hormonas de crecimiento, fosforina, azotobacter y elementos químicos esenciales que influyen en los procesos metabólicos en la planta, como es el caso del fósforo, elemento químico que interviene en la fotosíntesis, en el crecimiento radical y respiración celular, en la activación de los aminoácidos que intervienen en la síntesis de la parte proteica de este compuesto y transpiración de las plantas aportando energía en forma de trifosfato de adenosina (ATP), por lo que se puede desarrollar eficazmente. De igual manera otro aspecto al que se asocia la respuesta positiva de las plantas ante la aplicación de estos productos es el momento de aplicación de los bioproductos siendo en horas tempranas de la mañana, aprovechando la apertura de las estomas para una mejor asimilación de los nutrientes y su translocación a las diferentes partes de la planta.

Factores como las altas o muy bajas temperaturas, las horas luz y la humedad del suelo pueden intervenir en el normal crecimiento y desarrollo de la cebolla; según Guenkov, (1969) la temperatura óptima para el cultivo es de 19 °C. Para lo cual durante el experimento se reportaron valores más altos con temperatura promedio de 24.8 °C, lo que pudo provocar que las plantas alcanzaran valores inferiores de altura, como los plantados por Huerres & Caraballo (1996) que registran valores entre 80 y 85 cm de altura en el cultivo con temperaturas óptimas.

Resultados análogos lo obtuvo Cárdenas, (2017) utilizando estos biopreparados vía foliar en el cultivo

de la zanahoria de la variedad New Kuroda empleando Humus líquido natural y sus diferentes combinaciones, alcanzando resultados mayores con el empleo del Humus Líquido Fortificado con valores de 29.4 a 53.1 cm a los 30 y 60 días, efectos similares fueron obtenidos por Zamora, (2014) la cual utilizó el FitoMas-E, el Lixiviado de Humus de lombriz y el Lixiviado de Humus de Lombriz más Microorganismos Eficientes, en el cultivo de la cebolla con resultados de 43.56; 42.91; 47.51 cm respectivamente, evaluados a los 50 días de establecido el cultivo.

Tabla 2. Efecto de la aplicación de productos bioorgánicos en la altura de las plantas (cm)

Tratamientos	30 días	60 días
T-1 Testigo	31.35 ^c	44.75 ^f
T-2 HLN	35.45 ^b	50.3 ^e
T-3 HLM	36.5 ^{ab}	51.2 ^d
T-4 HLF	37.25 ^{ab}	55.62 ^b
T-5 HLF Inductor fosfórico	38.3 ^a	56.95 ^a
T-6 Bayfolan Forte	38 ^a	55.5 ^{bc}
T-7 FitoMas-E	37.8 ^a	55 ^c
ESx	0.88	0.17

Nota: valores con sub índices con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0.05$ (Duncan 2011)

En la tabla 3 se puede observar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en el grosor del pseudotallo como se puede observar existen diferencias entre los tratamientos en los dos momentos de la evaluación.

En los resultados obtenidos a los 30 días, se muestran los valores promedio de cada tratamiento; siendo los superiores, Bayfolan Forte (T-6) con 8.85 mm, Humus Líquido Fortalecido más Inductor Fosfórico (T-5) con 8.55 mm y el FitoMas-E (T-7) con 8.52 mm, los cuales no difieren estadísticamente entre sí, pero sí con el testigo y el Humus Líquido Natural (T-2). No siendo así a los 60 días, donde el Humus Líquido Fortificado más Inductor Fosfórico obtuvo el mayor valor promedio (15.03 mm), difiriendo estadísticamente con los demás tratamientos.

Esto está dado al correcto establecimiento en proporciones adecuadas de los nutrientes requeridos por las plantas en su ciclo vegetativo respondiendo favorablemente, evidenciando la importancia de los potenciadores bioorgánicos en el proceso de crecimiento. Además de que el Humus Líquido Fortificado más Inductor Fosfórico y el Bayfolan Forte poseen una mayor composición nutrimental brindándole a las plantas los elementos necesarios para su crecimiento y desarrollo conjuntamente con la realización de sus procesos metabólicos de una forma más eficiente.

Los resultados demuestran con claridad que también las concentraciones del FitoMas-E manifestaron ser un factor determinante para el grosor promedio del pseudotallo.

En lo que respecta a la genética también juega un papel fundamental la importancia del fósforo. Este elemento se encuentra dentro de las sustancias que conforman los genes y cromosomas. Por ellos se trata de un elemento importante para la transferencia de la información genética de una generación a otra, siendo necesario por lo mismo para el desarrollo de nuevas células (Coello, 2017).

Se obtienen resultados análogos a los obtenidos por Armas (2017) quien reportó índices entre 4.5 a 4.8 mm y 6.9 a 7.1 mm a los 45 y 60 días respectivamente al estudiar tratamientos constituidos por Humus Líquido Fortificado y Bayfolan Forte en el frijol negro, variedad CC 25-9, esto fue corroborado por Morales (2017) en el cultivo del tomate obteniendo resultados satisfactorios con las aplicaciones de Humus Líquido Fortificado, FitoMas-E y Bayfolan Forte a los 30 y 60 días con resultados promedio de 4.3 a 4.9 mm, 4.3 a 5.0 mm y 4.3 a 4.9 mm respectivamente.

Tabla 3. Efecto de la aplicación de productos bioorgánicos en el grosor del pseudotallo (mm)

Tratamientos	30 días	60 días
T-1 Testigo	6.55 ^d	10.15 ^f
T-2 HLN	7.7 ^c	11 ^e
T-3 HLM	8.2 ^b	12 ^d
T-4 HLF	8.3 ^b	12.1 ^d
T-5 HLF Inductor fosfórico	8.55 ^{ab}	15.03 ^a
T-6 Bayfolan Forte	8.85 ^a	13.65 ^b
T-7 FitoMas-E	8.52 ^{ab}	12.78 ^c
ESx	0.09	0.16

Nota: valores con sub índices con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0.05$ (Duncan 2011)

En la tabla 4 se pueden observar el promedio de hojas por planta de cada tratamiento en las dos etapas evaluadas.

Al realizar el análisis estadístico podemos exponer que no existen diferencias entre los tratamientos Bayfolan Forte (T-6) con valor de 5.3 hojas por planta, Humus Líquido Fortalecido más Inductor Fosfórico (T-5) con 5.2 hojas, el FitoMas-E (T-7) con 4.95 hojas y el Humus Líquido Mejorado (T-3) con 4.95 hojas, siendo estos tratamientos los de mayor valor a los 30 días con respecto al testigo; sin embargo a los 60 días de valorado el cultivo, el tratamiento Humus Líquido Fortalecido más Inductor Fosfórico (T-5) con un promedio de 7.8 hojas por planta fue el de mayor valor, difiriendo

estadísticamente con respecto a los demás tratamientos.

El efecto que posee el Humus Líquido Fortalecido más Inductor Fosfórico en la nutrición al cultivo puede estar dado por la composición nutrimental que incide de forma tal que la formación y desarrollo de las hojas se realice favorablemente, interviniendo el fósforo positivamente ya que juega un rol importante a nivel celular al almacenar y transferir de energía química asimilable en forma de ATP a las reacciones y proceso que la requieran para su ejecución. Para este caso el testigo (T-1) solo alcanzó 4.65 y 6.7 hojas por planta a los 30 y 60 días, siendo el de índice más bajo en el estudio.

El fósforo es un macroelemento esencial para el crecimiento de las plantas. En los tejidos meristematicos de las regiones de las plantas, sede de un activo crecimiento, se encuentran fuertes concentraciones de fósforo, que intervienen allí en la síntesis de nucleoproteínas. El fósforo participa en los procesos metabólicos, tales como la fotosíntesis, la transferencia de energía y la síntesis y degradación de los carbohidratos citados por (Coello, 2017).

Tabla 4. Efecto de la aplicación de productos bioorgánicos en el número de hojas

Tratamientos	30 días	60 días
T-1 Testigo	4.65 ^b	6.7 ^c
T-2 HLN	4.75 ^b	6.9 ^{bc}
T-3 HLM	4.95 ^{ab}	6.75 ^{bc}
T-4 HLF	4.9 ^b	6.4 ^c
T-5 HLF Inductor fosfórico	5.2 ^{ab}	7.8 ^a
T-6 Bayfolan Forte	5.3 ^a	7.0 ^b
T-7 FitoMas-E	4.95 ^{ab}	6.5 ^c
ESx	0.12	0.09

Nota: valores con sub índices con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0.05$ (Duncan 2011)

Guenkov (1969) plantea que las plantas deben formar un sistema de hojas bien desarrollado para producir sus frutos más grandes y en mayor cantidad, esto se puede lograr con suficientes sustancias nutritivas durante este proceso. Estos resultados concuerdan con lo planeado para el crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta, donde en la fase de inicio de la formación del bulbo, la planta alcanza el máximo número y desarrollo de las hojas y comienza el engrosamiento en diámetro del bulbo. Guenkov (1983), establece rangos para el cultivo de la cebolla entre 7 y 12 hojas, según las variedades.

Resultado similar los obtuvo Zamora, (2014) en el cultivo de la cebolla empleando otro cultivar la cual utilizó el, FitoMas-E, el Lixiviado de Humus de lombriz y el Lixiviado de Humus de Lombriz más

Microorganismos Eficientes, logrando resultados promedios entre 5.49, 5.46, 5.81 hojas por planta a los 25 días y a los 50 días mostró valores de 7.91 – 8.41 – 8.27 hojas por plantas. Estrabao, (2017) en el cultivo de la remolacha variedad Detroit Dark Red manifestó valores equivalentes, obteniendo mayor respuesta en el tratamiento representado por el Humus Líquido Fortificado con valores promedio de 3.6 y 7.2 hojas por plantas a los 30 y 60 días respectivamente. En la tabla 5 se muestra el diámetro del bulbo, indicador de calidad podemos decir que en la dinámica de evaluación después de establecido el cultivo, a los 60 días se marcaron diferencias estadísticas en el tratamiento donde se aplicó Bayfolan Forte (T-6) con un valor promedio de 46.03 mm con respecto a los demás tratamientos, siguiéndole así el Humus Líquido Fortificado más Inductor Fosfórico (T-5) con valor promedio de 45.03 mm. Comportándose el testigo (T-1) con el menor valor (24.08 mm).

Los potenciadores bioorgánicos influyen en el desarrollo vegetativo debido a que estos productos se componen de elementos químicos esenciales que intervienen en los procesos metabólicos de las plantas teniendo un desarrollo eficiente e influyendo en la calidad de la cosecha, este comportamiento puede deberse a que la concentración de diferentes compuestos orgánicos y químicos favorecen la capacidad fotosintética, el desarrollo de los tejidos y multiplicación celular, por lo cual aumenta de forma significativa el grosor del bulbo en el período evaluado (Fontes, 2018).

Jaramillo et al., (1997), analizando los diferentes factores que inciden en la formación del bulbo de cebolla, señaló como los fundamentales: la intensidad y duración de la luz, la temperatura y la interacción entre éstas.

Tabla 5. Efecto de la aplicación de productos bioorgánicos en el diámetro del bulbo (mm)

Tratamientos	30 días
T-1 Testigo	24.08 ^f
T-2 HLN	37.75 ^e
T-3 HLM	39.85 ^d
T-4 HLF	40.65 ^d
T-5 HLF Inductor fosfórico	45.03 ^b
T-6 Bayfolan Forte	46.03 ^a
T-7 FitoMas-E	43.18 ^c
ESx	0.27

Nota: valores con sub índices con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0.05$ (Duncan 2011)

Estudios realizados por Yumar et al. (2010) en el cultivo de la cebolla variedad Granex2000 F1, se informaron los resultados de tres aplicaciones de FitoMas-E obteniendo el mayor diámetro del bulbo

con la dosis de 2 L/ha para un valor de 94 cm a los 80 días de evaluado, resultando superiores a los obtenidos en el presente estudio. Resultados similares obtuvo Zamora, (2014) en el mismo cultivo, pero variedad y fechas de siembra diferentes, donde obtuvo el mayor diámetro del bulbo con el empleo del Lixiviado de Humus de Lombriz más Microorganismos Eficientes a los 50 días con valor de 39.57 mm. En la tabla 6 se puede observar el efecto de la aplicación de productos bioorgánicos en el rendimiento del cultivo. Como se aprecia existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Se observa que los mayores valores promedio se obtuvieron con donde se aplicó Humus Líquido Fortificado más Inductor Fosfórico (T-5) el cual obtuvo un valor de 12.89 t. ha⁻¹, superior con el resto de los tratamientos estudiados en el período de la investigación. El testigo (T-1) resultó ser el de menor valor con 7.2 t.ha⁻¹ en cuanto a los parámetros evaluados.

El resultado que se alcanzó con las aplicaciones de Humus Líquido Fortificado más inductor fosfórico, tratamiento que obtuvo el mayor rendimiento agrícola, tiene relación con los valores obtenidos al evaluar el número de hojas por plantas y el grosor del pseudotallo de la cebolla, ya que se lograron los mejores resultados utilizando este tratamiento, lo cual está fisiológicamente relacionado con este cultivo, puesto que las hojas funcionan como un órgano de recepción de los elementos químicos que necesitan la cebolla para ser trasladados posteriormente a través de los tejidos conductores hacia los órganos que lo necesitan para realizar sus funciones, lo que favoreció un crecimiento y desarrollo normal en el cultivo.

Este tratamiento está compuesto por hormonas vegetales, bioestimuladores y nutrientes minerales esenciales como es el caso del fósforo, un macroelemento que interviene en los procesos metabólicos de cultivo de la cebolla, el cual forma parte del protoplasma celular, estimula la reproducción de los tejidos meristemáticos y la multiplicación celular, lo que intervino en el desarrollo de los bulbos, dando paso a una mayor formación de túnicas y que se obtuvieran bulbos más compactados.

La función del fósforo en el cultivo es completa, pues estimula el crecimiento a enfermedades, vigoriza las plantas jóvenes, acelera la madurez de los cultivos y mejora el rendimiento de las cosechas. La floración y la fructificación dependen exclusivamente de este nutriente citado por (Coello, 2017).

Estos resultados logrados están muy por debajo del potencial genético de la variedad en estudio, pero los efectos obtenidos por los tratamientos Humus Líquido Fortificado más Inductor fosfórico (T-5) y Bayfolan Forte (T-6) están por encima de los logrados en la provincia de Camagüey con valor de 7.1 t.ha⁻¹; sin embargo, se encuentran en correspondencia con los obtenidos a nivel nacional

con valor de 12.98 t. ha⁻¹, reportado por la (Oficina Nacional de Estadística e Información República de Cuba, 2016).

El rendimiento tiene lugar a lo largo de todo el período de crecimiento y desarrollo, desde la emergencia de la planta hasta la formación del último órgano con la influencia de factores edafoclimáticos citado por (Estrabao, 2017). Así mismo Palacio & Montenegro, (2006) menciona que el rendimiento aumenta o disminuye en función de varias características anatómicas y morfológicas. La interacción de estos tres aspectos determina el rendimiento de un cultivo y, por esta razón, el rendimiento tiene una variabilidad alta en tiempo y espacio.

Resultados análogos fueron logrados por Cárdenas, (2017) en el cultivo de la zanahoria demostrando el mayor efecto en el tratamiento representado por el Humus Líquido Fortificado con rendimientos de 9.2 Kg/m² y respuestas indicadoras antes las aplicaciones de estas alternativas bioorgánicas durante su crecimiento y desarrollo. Resultados obtenidos por Zamora, (2014) se diferencian, la cual utiliza la variedad Red Creole, otro momento de siembra con diferentes comportamientos del clima y diferente tipo de suelo; obteniendo mayor beneficio con las aplicaciones del Lixiviado de Humus de Lombriz más Microorganismos eficientes con un valor de 16.99 t.ha⁻¹.

Tabla 6. Efecto de la aplicación de productos bioorgánicos en el rendimiento agrícola

Tratamientos	Rendimiento t.ha ⁻¹
T-1 Testigo	7.2 ^g
T-2 HLN	8.70 ^f
T-3 HLM	9.9 ^e
T-4 HLF	11.77 ^c
T-5 HLF Inductor fosfórico	12.89 ^a
T-6 Bayfolan Forte	12.24 ^b
T-7 FitoMas-E	10.98 ^d
ESx	0.1231

Nota: valores con sub índices con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0.05$ (Duncan 2011)

En la tabla 7 se exponen los indicadores económicos de selección, demostrando ser el tratamiento Humus Líquido Fortificado más inductor Fosfórico (T-5) el de mayor ganancia con 23 821,24 \$.ha⁻¹ y un efecto económico de 9 446,15 \$.ha⁻¹, demostró ser superior con relación a los demás tratamientos, siendo el de menor resultado el testigo (T-1) con valor de 14 375.09 \$.ha⁻¹. Este resultado demuestra que la utilización de estos productos bioorgánicos en la producción de cebolla puede sustituir las importaciones para el país, aunque permitan obtener

rendimientos históricos similares estos manifiestan ganancias superiores.

Tabla 7. Análisis de los indicadores económicos de selección de los productos bioorgánicos utilizados en el cultivo de la cebolla

Ttos	Costo total \$/t	Rend t.ha ⁻¹	Ingresos \$	Ganancias \$.ha ⁻¹	Ef. Eco \$.ha ⁻¹
T-1	5 612.46	7.20	54 784.80	14 375.09	
T-2	5 661.02	8.70	66 198.30	16 947.43	2 572.34
T-3	5 692.46	9.90	75 329.10	18 973.75	4 598.66
T-4	5 712.46	11.77	89 557.93	22 322.28	7 947,19
T-5	5 760.96	12.89	98 080.01	23 821.24	9 446.15
T-6	5 724.46	12.24	93 134.16	23 066.77	8 691.68
T-7	5 740.46	10.98	83 546.82	20 516.57	6 141.48

Conclusiones

Las diferentes alternativas bioorgánicas mostraron efectos positivos sobre los parámetros morfo-fisiológicos y de rendimiento en el cultivo de la cebolla.

El Humus líquido Fortificado más Inductor Fosfórico mostró los mejores resultados con respecto a los demás tratamientos obteniendo un rendimiento de 12,89 t.ha⁻¹.

El tratamiento representado por el Humus Líquido Fortificado más Inductor Fosfórico obtuvo una mayor ganancia con respecto al testigo de 23 821.24 \$.ha⁻¹.

Contribución de los autores

Pedro Jesús López Labarta: planeación de la investigación, análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Yaima de las M. Daniel Ortega: planeación de la investigación, montaje en la plantilla, análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Yohandri Viamontes Pacheco: Montaje del experimento, análisis de resultados, interpretación de los mismos.

José Luis Montejo Viamontes: planeación de la investigación, análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Dania González Gort: análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Conflictos de interés

No existe ningún conflicto de interés.

Referencias

- Armas, M. (2017). *Efecto de alternativas bioorgánicas en el comportamiento agronómico del frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. (Tesis de grado, Ingeniería Agrónoma), Universidad de Camagüey.
- Cárdenas, Y. (2017). Alternativas bioorgánicas en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* var. sativa) en un huerto intensivo. (Tesis de grado, Ingeniería Agrónoma), Universidad de Camagüey. <http://bivi.reduc.edu.cu:8080/jspui/bitstream/123456789/646/1/Tesis%20Yacelis%20primeras%20p%20c3%a1ginas.pdf>
- Castillo, Y. (2014). *Empleo de productos estimuladores en la nutrición del cultivo del tomate variedad HA-3019*. (Tesis de grado, Ingeniería Agrónoma), Universidad de Camagüey.
- Coello, J. D. (2017). *Respuesta de cuatro variedades de "cebolla colorada" (Allium cepa), a la fertilización con fósforo*. (Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo), Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4127/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000063.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estrabao, S (2017). *Comportamiento agronómico del cultivo de la remolacha con la aplicación de bioestimuladores en el organopónico semiprotegido Nitrógeno*. (Tesis de grado, Ingeniería Agrónoma), Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz". http://bivi.reduc.edu.cu:8080/jspui/bitstream/123456789/558/1/EstrabaoSoler_Saily.docx
- Fontes, B. (2018). *Efecto de los bioestimuladores del crecimiento vegetal en el cultivo de la zanahoria (Daucus carota var. sativa)*. (Tesis de grado, Ingeniería Agrónoma), Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz".
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015). *Status of the World's Soil Resources*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. <http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>
- Guenkov, G. (1969). *Fundamentos de la horticultura cubana*. Editorial Ciencia y Técnica.
- Guenkov, G. (1983). *Fundamentos de Horticultura Cubana*. Editorial Revolucionaria.
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Rivero, L. (1999). *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. Instituto de suelos AGRINFOR.
- Huerres, C., & Caraballo, N. (1996). *Horticultura*. Editorial Pueblo y Educación.
- Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. (1984). *Hoja Cartográfica Rescate de Sanguily (4679 - IV - a) a Escala 1: 25 000*. Camagüey, Cuba. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía.
- Instituto de Suelos. (1975). *II Clasificación Genética de los suelos de Cuba* (pp. 34). Instituto de Suelos.
- Jaramillo, S., Jaramillo, J., & Jaramillo, A. (1997). Estudio fenológico de tres tipos de cebolla de bulbo *Allium cepa* L. *Acta Agronómica*, 47(3), 16-23. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/48195
- Marrero, A., Hernandez, A., Caballero, R., & León, M. (2009). *Guía técnica para laproducción del cultivo de la cebolla*. Ministerio de la Agricultura Instituto de Investigaciones Hortícolas; Liliana Dimitrova" Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales Biblioteca ACTAF. http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=19&cf_id=24
- Metodología para la Evaluación Económica de las Actividades Agrícolas. (1990). Ministerio de la Agricultura.
- Morales, Y (2017). *Empleo de productos bioorgánicos para incrementar el rendimiento del cultivo del tomate (Lycopersicum sculentum Mill)*. (Tesis de grado, Ingeniería Agrónoma), Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz". http://bivi.reduc.edu.cu:8080/jspui/bitstream/123456789/361/1/Agronom%20ada_MoralesNicolau_Yasmelkis%20.pdf
- Oficina Nacional de Estadística e Información República de Cuba. (2016). Superficie cosechada y en producción de cultivos seleccionados de la agricultura no cañera. En *Anuario Estadístico de Cuba 2015*. (p. 230-232). Oficina Nacional de Estadística e Información República de Cuba. http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/00_anuario_estadistico_2015.pdf
- Palacios, A., & Montenegro, D. (2006). Efectos de cinco distancias y tres épocas de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del Caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walper), Ciudad Darío, Matagalpa. (Trabajo de Diploma, Ingeniero Agrónomo Generalista), Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. <https://repositorio.una.edu.ni/2000/1/tnf01p153.pdf>
- Statistical Package for Social Science (SPSS) versión 11.5.1 para Window [Software estadístico] (2003). SPSS Inc.
- Vázquez, L. L., & Funes, F. (2014). *Agricultura sostenible sobre bases agroecológica. Preguntas y respuestas para entender la agricultura del futuro*. Editora Agroecológica.

- Yumar, J., Montano, R., & Villar, J. (2010). Efectos del FitoMas-E en el cultivo de la cebolla. *Sistema de Información Científica. Red de revista Científica de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 44(2). 21-25. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120683004.pdf>
- Zamora, M (2014). *Evaluación de la Influencia de fertilizantes orgánicos, biológicos y minerales en el cultivo de la cebolla, cultivar Red Creole*. (Tesis de grado, Ingeniería Agrónoma), Universidad de las Tunas.