



RESPUESTA DEL CULTIVO DEL AJO (*Allium sativum* L.) A LA APLICACIÓN DE DOS BIOPRODUCTOS EN LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL CENTRO ESTE DE LA PROVINCIA LAS TUNAS, CUBA

Response of garlic crop (*Allium sativum* L.) to the application of two bioproducts in the soil and climate condition of the east central part of Las Tunas province, Cuba

Carlos Pupo Feria[✉], Gladia González Ramírez, Oscar Carmenate Figueredo, Luritza Peña Molina, Vener Pérez Lemes y Eblis Rodríguez Obrador

ABSTRACT. Indiscriminate use of chemical fertilizers in the cultivation of garlic (*Allium sativum* L.) makes his productions unsustainable especially from the ecological point of view, hence the importance of implementing viable alternatives in their nutrition. An experimental plot was set up in areas of the farm “Los Pérez” Credit and Service Strengthened Cooperative (CCSS) “Niceto Pérez García” Las Tunas municipality, between 2011 and 2014. A design of random blocks with four treatments and six replicates was used. The treatments consisted of single and combined use of EcoMic[®] and Fitomas E[®] and a control without application. The effect of these treatments in some morphological parameters and performance (pseudostem diameter, mass of bulbs, bulbs diameter, number of cloves by bulb, mass and width of the cloves and determined performance in t ha⁻¹). The data were subjected to analysis of variance dual classification and comparison of means. The application of all the alternatives showed positive results in the studied parameters compared to a control without fertilization at showing the feasibility of its use in the conditions of climate and soil in the center of Las Tunas province and contributes to the sustainability of these agroecosystems.

RESUMEN. Un uso indiscriminado de fertilizantes químicos en el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) hace que sus producciones sean insostenibles, sobre todo desde el punto de vista ecológico, de ahí la importancia de aplicar alternativas que contribuyan a disminuir su aplicación. Para ello se estableció una parcela experimental en áreas de la finca “Los Pérez” de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) “Niceto Pérez García”, del municipio Las Tunas, entre los años 2011 y 2014. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y seis réplicas. Los tratamientos utilizados consistieron en el uso individual y combinado de EcoMic[®] y Fitomas E[®] y un testigo sin aplicación. Se determinó el efecto de estos tratamientos en algunas variables morfológicas y de rendimiento (diámetro del pseudotallo, masa de los bulbos, diámetro de los bulbos, número de diente por bulbos, masa de los dientes, ancho de los dientes y rendimiento en t ha⁻¹). Los datos se sometieron a análisis de varianza de clasificación doble y comparación de medias. La aplicación de todas las alternativas mostraron resultados positivos en los parámetros estudiados respecto a un testigo sin aplicación, por lo que muestra la efectividad de su utilización en las condiciones de clima y suelo en la zona centro de la provincia Las Tunas y contribuye a la sostenibilidad de esos agroecosistemas.

Key words: biofertilizantes, vegetable crops, arbuscular mycorrhiza, sustainability

Palabras clave: biofertilizantes, hortaliza, micorrizas arbusculares, sostenibilidad

¹ Universidad de Las Tunas, avenida Carlos J. Finlay s/n., Las Tunas, Cuba

✉ cpupo@ult.edu.cu

INTRODUCCIÓN

Las iniciativas agroecológicas pretenden transformar los sistemas de producción de la agroindustria hacia un paradigma alternativo que promueve la agricultura local y la producción nacional de alimentos por campesinos y familias rurales y urbanas a partir de la innovación, los recursos locales y la energía solar (1, 2). Entre los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura ecológica están el uso de biofertilizantes y de estimulantes del crecimiento vegetal, en aras de lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible (3, 4).

Entre los biofertilizantes podemos citar el EcoMic® elaborado a partir de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) (5), el cual se ha utilizado de forma exitosa en una gran diversidad de plantas hortícolas, medicinales y maderables (6–8). Mientras que también, de forma exitosa, se ha utilizado, entre los estimulantes del crecimiento vegetal, el FitoMas E® (8, 9).

Entre los cultivos a los cuales se les realizan aplicaciones, en muchos casos de forma excesiva, de productos químicos para el manejo de plagas y para su fertilización, lo constituye el ajo (*Allium sativum* L), situación común en Cuba, según la Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (10). Este cultivo se encuentra entre las especies vegetales que se consume desde la antigüedad por el hombre y que se utiliza con fines culinarios o medicinales (11).

En Cuba, aun cuando la fertilización de este cultivo se realiza, por lo general, con fertilizantes minerales, sus rendimientos históricos son bajos (12), en comparación con los obtenidos en otros países que reportan más de 10 t ha⁻¹ (13, 14). El uso de fertilizantes en la producción de ajo en Las Tunas, con dosis, según instructivos técnicos (10), sólo ha permitido que se obtengan rendimientos promedio de 2,2 t ha⁻¹ en los últimos cinco años, muy por debajo de las necesidades de la población.

Por ello, en áreas ubicadas en el centro de la provincia dedicadas al cultivo del ajo, persisten problemas relacionados con su producción, que

conllevan a que los rendimientos sean bajos, a pesar de que se le apliquen altos volúmenes de insumos (fertilizantes minerales y plaguicidas), lo cual hace poner en dudas la sostenibilidad de estas producciones. Por esto se planteó, como objetivo, evaluar el efecto de la aplicación de EcoMic® y FitoMas E® y la combinación de estos, en el comportamiento agroproductivo del ajo, cultivar “Criollo” en la finca “Los Pérez” del municipio Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Finca “Los Pérez” perteneciente a la CCSF “Niceto Pérez García” de la comunidad de San José, municipio Las Tunas, en un suelo Pardo grisáceo ócrico (15). Los experimentos se realizaron entre los meses de diciembre de 2011-marzo de 2012 y de noviembre de 2013 a marzo de 2014.

En ambos casos, los datos de temperatura media, precipitaciones y la humedad relativa, fueron tomados de los registros del Centro Provincial de Meteorología en Las Tunas (Tabla I).

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y seis réplicas. Los tratamientos utilizados fueron:

T1- Testigo sin aplicación.

T2- Aplicación de EcoMic®.

T3- Aplicación de FitoMas E®.

T4- Aplicación de FitoMas E® + EcoMic®.

En ambos experimentos se definieron como variables de estudio, la masa de los bulbos (g); el número de dientes por bulbos (u); el diámetro de los bulbos (cm); la masa del diente (g); el ancho del diente (cm); el diámetro del pseudotallo (cm) en el momento de la cosecha y el rendimiento (t ha⁻¹).

Los muestreos se realizaron al finalizar el ciclo vegetativo del cultivo, para lo cual se tomó un área de 10,80 m², se muestrearon 40 plantas por parcela de forma aleatoria. Los surcos exteriores se desecharon para evitar el efecto de borde.

Tabla I. Comportamiento de las principales variables climáticas durante los periodos experimentales

Meses	Campañas		Campañas		Campañas	
	2011-2012	2013-2014	2011-2012	2013-2014	2011-2012	2013-2014
	Temperatura media (°C)		Precipitaciones (mm)		Humedad relativa media (%)	
Noviembre	-	25,6	-	30	-	78
Diciembre	23,8	25,0	29,1	16,5	79	72
Enero	23,2	24,1	0,0	59,9	75	73
Febrero	24,1	24,8	15,4	17,8	73	75
Marzo	24,6	24,8	3,4	39	68	69

Los propágulos utilizados fueron seleccionados de la cosecha anterior obtenida en la misma unidad productiva y se seleccionaron de manera tal que fueran homogéneos en cuanto a su tamaño. Se plantaron seis surcos por parcela. La distancia de plantación utilizada fue de 0,50 x 0,10 m (5). Cada parcela midió nueve metros de largo por tres metros de ancho con un área de 27 m². Para separar las parcelas se dejó una distancia de un metro. Antes de la plantación de realizó un riego.

Se utilizó EcoMic[®] cepa *Glomus cubense* proveniente del INCA con una concentración de 20 esporas g⁻¹, a razón de un kg por cada 10 kg de semilla. Este producto se aplicó en forma de mezcla recubriendo la semilla. La mezcla se preparó 24 horas antes del momento de la plantación y tuvo una proporción inóculo/agua de 2:1. Las semillas después de tratadas, se pusieron a secar a la sombra hasta el momento de la siembra (16).

Las aspersiones de FitoMas E[®] se realizaron de forma quincenal a partir de los 30 días después de la plantación. Se hicieron tres aplicaciones a razón de 2,0 L ha⁻¹ (17). Con este propósito se utilizó una mochila Matabi de 16 litros de capacidad, con una boquilla Floodjet.

Las labores fitotécnicas, excepto las relacionadas con la fertilización mineral, se realizaron según el instructivo técnico del cultivo del ajo (10). La cosecha se realizó, cuando el falso tallo se dobló y perdió la rigidez (18).

Para la determinación de la masa de los bulbos y de los dientes, se utilizó una balanza analítica modelo Sartorius BP- 310 S, con una precisión 0,001 g. En la determinación del diámetro del pseudotallo, diámetro del bulbo y el ancho y largo del diente se utilizó un pie de rey.

Para el cálculo del rendimiento, se masaron las 40 cabezas de las plantas seleccionadas por parcela y con el área que ocupaban se realizaron los cálculos estimados a una hectárea.

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza de clasificación doble y las medias se compararon utilizando Duncan (19) para el 0,05 % de significación, con el paquete estadístico InfoStat versión 2013 (20).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los mayores diámetros del pseudotallo, en la campaña 2011-2012 (Tabla II) se obtuvieron cuando se aplicaron los tratamientos cuatro y dos que no difieren entre sí y a su vez este último tampoco difiere de los resultados obtenidos con la aplicación de FitoMas E[®] de forma independiente. El testigo presentó un diámetro del pseudotallo significativamente menor al resto de los tratamientos.

Tabla II. Influencia del EcoMic[®] y FitoMas E[®] en el diámetro del pseudotallo de ajo cultivar “Criollo” al finalizar el ciclo del cultivo durante las campañas 2011-2012 y 2013-2014

Tratamientos	Diámetro del pseudotallo (cm)	
	Campaña 2011-2012	Campaña 2013-2014
T1 Testigo sin aplicación	0,79 c	0,74 c
T2 EcoMic [®]	0,84 ab	0,79 ab
T3 FitoMas E [®]	0,81 b	0,76 b
T4 FitoMas E [®] + EcoMic [®]	0,87 a	0,82 a
EE \bar{X}	0,13	0,1611
CV %	10,98	4,33

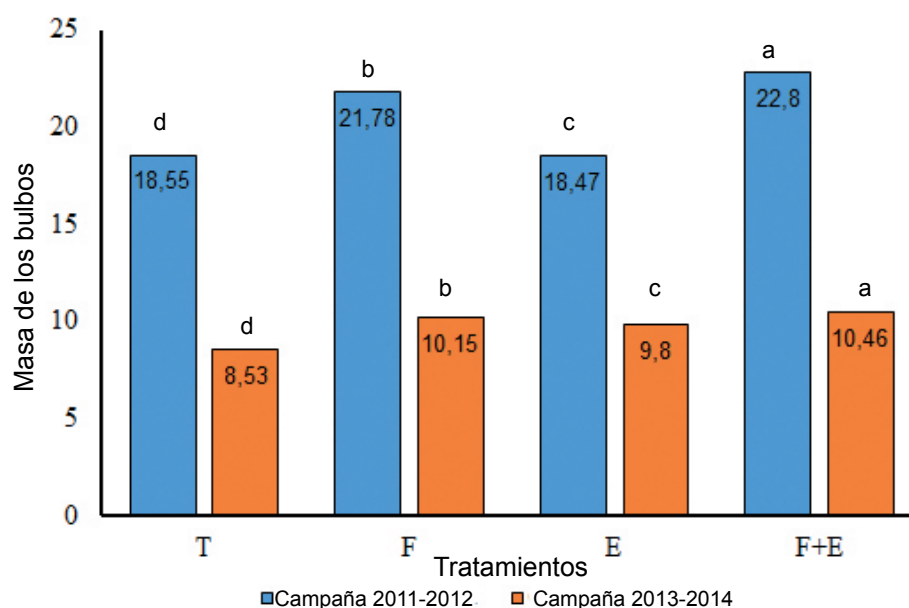
Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Duncan (P<0,05) (19)

En la campaña 2013-2014, la tendencia del diámetro del pseudotallo fue similar a los obtenidos en la campaña anterior, aunque en esta última los resultados fueron ligeramente superiores.

Otros investigadores no encontraron diferencias significativas cuando analizaron el diámetro del pseudotallo del ajo a los 90 días después de la plantación y utilizando combinaciones de FitoMas E[®] (1 L ha⁻¹) con diferentes dosis de fertilización nitrogenada en las condiciones de suelo y clima de la provincia de Guantánamo (21).

Las condiciones edáficas del área experimental, sobre todo el pH cercano a neutro, potenciaron el crecimiento, el desarrollo y la acción positiva del EcoMic[®]. Por otra parte, hay que tener en cuenta que el FitoMas E[®] ejerce efectos fisiológicos y metabólicos muy significativos sobre el ciclo biológico del cultivo, ya que es capaz de estimular la división celular, el alargamiento celular y la nutrición del cultivo, lo que favorece a su vez, el crecimiento vegetal y la producción de frutos (13). A todos estos efectos hay que sumarle la acción beneficiosa de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) en la toma de nutrientes y agua del suelo, lo que explica por qué en este y en las demás variables analizadas, el uso combinado del FitoMas E[®] y de EcoMic[®], fue el mejor tratamiento.

El análisis de la masa de los bulbos durante las campañas 2011-2012 y 2013-2014 (Figura 1) mostró que el tratamiento compuesto por la combinación de FitoMasE[®] + EcoMic[®] (T4) fue estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguidos por la aplicación de EcoMic[®] (T2) solo que a su vez difirió de los resultados obtenidos con la aplicación de FitoMas E[®] (T3). La masa más baja de los bulbos se obtuvo en el tratamiento sin fertilizar (T1).



Medias con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas para Duncan ($P < 0,05$) (19)

EE \bar{x} : Campaña 2011-2012: 0,13; Campaña 2013-2014: 0,5026

T- Testigo sin aplicación; E-EcoMic[®]; F- FitoMas E[®]; F+E- FitoMas E[®]+EcoMic[®]

Figura 1. Influencia del EcoMic[®] y FitoMas E[®] en la masa de los bulbos de ajo cultivar “Criollo” durante las campañas 2011-2012 y 2013-2014

Varios investigadores encontraron diferencias significativas respecto a la masa de los bulbos en condiciones distintas a las de esta investigación, utilizando entre sus tratamientos, alternativas que incluían biofertilizantes y estimulantes del crecimiento vegetal, solos o combinados con fertilizantes minerales (21, 22).

Los incrementos de las masas de los bulbos por la aplicación sola o combinada de EcoMic[®] y FitoMas E[®] se corrobora con lo planteado por otros investigadores, quienes consideran a los HMA como una comunidad biológica diversa y activa, esencial para incrementar la sostenibilidad de los agroecosistemas, representando la simbiosis de mayor relevancia en los sistemas agroecológicos. Esta asociación permite una mayor absorción de nutrientes especialmente los de difusión limitada, tales como el P, el Zn y el Cu (23).

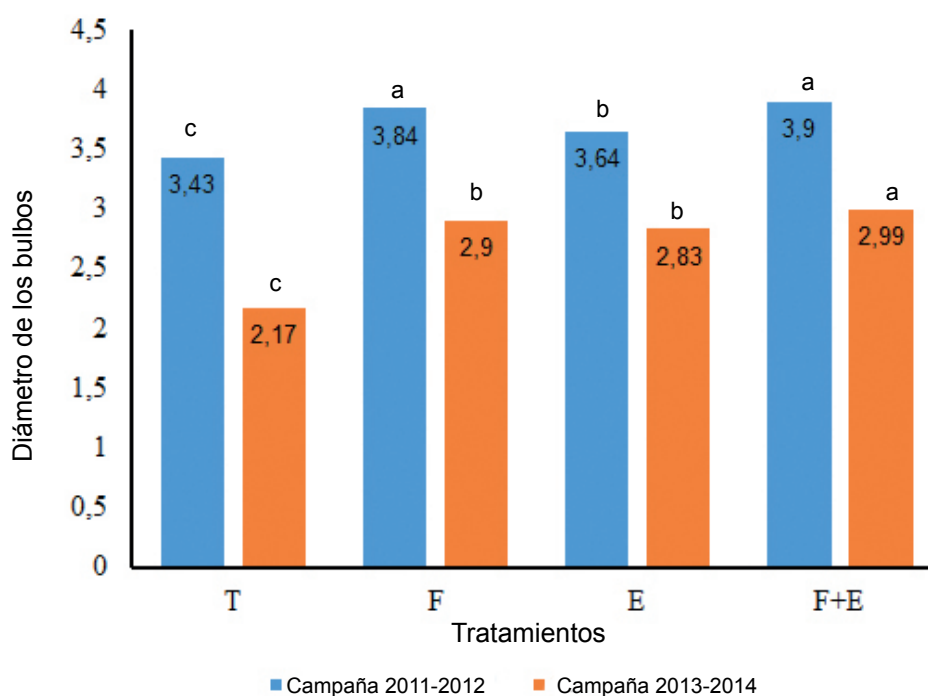
Por su parte, el FitoMas E[®] ejerce su efecto positivo ya que actúa como factor de transcripción extracelular (estimulación de ARN mensajero), sobre la síntesis de proteínas que actúan como maduradores y como transportadores de sacarosa a través de membranas celulares (17). Estos efectos favorecen que los bulbos crezcan más.

Respecto al diámetro del bulbo en la campaña 2011-2012 (Figura 2) se observó que los tratamientos compuestos por FitoMas E[®] + EcoMic[®] y la aplicación de EcoMic[®] mostraron resultados que no difieren entre sí y son estadísticamente superiores a los tratamientos 3 y 1, que fueron los de menor diámetro.

En la campaña 2013-2014 coincidió que la combinación de FitoMas E[®] + EcoMic[®] presentó resultados significativamente superiores al resto de los tratamientos. La aplicación de EcoMic[®] y de FitoMas E[®] de forma independiente, presentaron resultados intermedios, aunque difirieron entre ellos y con el resto de los tratamientos. El tratamiento que obtuvo resultados estadísticamente inferiores fue el Testigo sin aplicación.

El efecto del uso de dos estimulantes del crecimiento vegetal (Enerplant[®] y FitoMas E[®]) sobre el diámetro de los bulbos de ajo cultivar Criollo también fue evaluado por otros autores, de forma independiente y combinados con diferentes dosis de N (21). Por otro lado, este efecto también se evaluó en el cultivo de la cebolla (*A. cepa*) con la aplicación de diferentes dosis de FitoMas E[®] (23). Estos autores comprobaron que a medida que se incrementa la dosis se obtienen diámetros de bulbos superiores.

Estos resultados afirman que el uso de biofertilizantes, unido a la de los estimulantes del crecimiento vegetal, constituyen pilares básicos para poder conducir, junto a los bioplaguicidas de origen microbiano y botánico y la aplicación de abonos orgánicos, a un manejo sostenible de los diferentes sistemas agrícolas productivos (24). En tal sentido, se señala que el efecto beneficioso del FitoMas E[®] pudiera estar relacionado con la presencia en su composición química de sustancias promotoras del crecimiento vegetal como los aminoácidos, las proteínas, los péptidos, los carbohidratos y los macroelementos (N, P, K, Ca) (17).



Medias con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas para Duncan ($P < 0,05$) (19)

EE \bar{x} : Campaña 2011-2012: 0,03; Campaña 2013-2014: 0,1788

T- Testigo sin aplicación; E-EcoMic[®]; F- FitoMas E[®]; F+E- FitoMas E[®]+EcoMic[®]

Figura 2. Influencia del EcoMic[®] y FitoMas E[®] en el diámetro de los bulbos de ajo cultivar “Criollo” durante las campañas 2011-2012 y 2013-2014

El diámetro de los bulbos es un indicador que influye directamente en la calidad del producto a la hora de su comercialización en el mercado, ya que los consumidores prefieren bulbos con dimensiones predeterminadas en las normas de calidad, a la hora de su elección, tanto para usarlos como alimento o como material de propagación (25, 26). Se prefieren cabezas grandes con pocos dientes, aunque también se toma en cuenta el estado sanitario del producto (27).

En la campaña 2011-2012, cuando se aplicó la combinación de FitoMas E[®] + EcoMic[®] (T4) y FitoMas E[®] de forma independiente (T2) se obtuvo una cantidad de dientes por bulbos significativamente superior al resto de los tratamientos (Figura 3). El tratamiento que obtuvo resultados más bajos para esta variable fue el tratamiento sin aplicación (T1), mientras que cuando se utilizó EcoMic[®] de forma independiente, presentó resultados intermedios entre este último y los tratamientos 2 y 4.

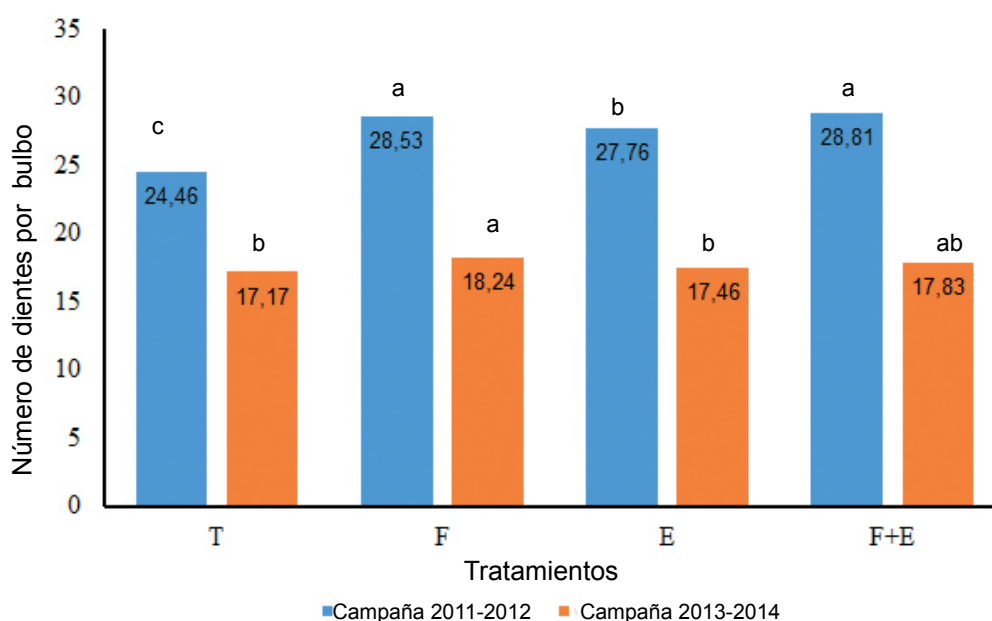
En la campaña 2013-2014, cuando se aplicó FitoMas E[®] de forma independiente (T2) y la combinación de FitoMas E[®] + EcoMic[®] (T4) se obtuvo una cantidad de dientes por bulbos superior al resto de los tratamientos. Asimismo, este último tratamiento no difirió de los tratamientos 1 y 3, que fueron los

que presentaron menores cantidades de dientes por bulbos.

Otros investigadores obtuvieron menores cantidades de dientes por bulbos en condiciones distintas a las de esta investigación (21, 27).

Como se observa en los tratamientos donde se utilizó EcoMic[®], de forma individual y combinado con FitoMas E[®], los resultados fueron superiores. Esto puede deberse al efecto positivo de la aplicación de EcoMic[®] en los sistemas agrícolas. Además, el FitoMas E[®] aplicado al follaje, es rápidamente absorbido y translocado sin ningún gasto adicional de energía, por lo que influye rápidamente en la elongación del tejido vegetativo y promueve el crecimiento de las plantas (17).

En la campaña 2011-2012, la combinación de FitoMas E[®] + EcoMic[®] presentó resultados estadísticamente superiores al resto de los tratamientos, respecto a la masa del diente (Tabla III), seguido por el tratamiento 2 compuesto por EcoMic[®]. Los tratamientos 1 y 3 fueron estadísticamente inferiores a los demás, respecto a esta variable y estadísticamente similares entre sí.



Medias con letras distintas en cada columna indican diferencias significativas para Duncan ($P < 0,05$) (19)

EE \bar{X} : Campaña 2011-2012: 0,25; Campaña 2013-2014: 0,1054

T- Testigo sin aplicación; E-EcoMic[®]; F- FitoMas E[®]; F+E- FitoMas E[®]+EcoMic[®]

Figura 3. Influencia del EcoMic[®] y FitoMas E[®] en el número de dientes por bulbos del cultivar “Criollo” durante las campañas 2011-2012 y 2013-2014

Tabla III. Influencia del EcoMic[®] y FitoMas E[®] en la masa de los dientes de ajo cultivar “Criollo” durante las campañas 2011-2012 y 2013-2014

Tratamientos	Masa de los dientes (g)	
	Campaña 2011-2012	Campaña 2013-2014
T1 Testigo sin aplicación	0,59 c	0,48 d
T2 EcoMic [®]	0,67 b	0,53 b
T3 FitoMas E [®]	0,60 c	0,50 c
T4 FitoMas E [®] + EcoMic [®]	0,73 a	0,58 a
EE \bar{X}	0,13	0,0894
CV %	10,98	10,25

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Duncan ($P < 0,05$) (19)

En la campaña 2013-2014, al analizar esta variable, el tratamiento que mayor masa del diente obtuvo fue cuando se combinó FitoMas E[®] + EcoMic[®], el cual difirió estadísticamente de los demás tratamientos. La aplicación de EcoMic[®] y de FitoMas E[®], de forma independiente, obtuvieron resultados intermedios aunque difirieron significativamente entre sí y con los demás tratamientos.

El tratamiento con el cual se obtuvo resultados estadísticamente inferiores referentes a la masa de diente fue con el testigo sin aplicación.

Al analizar el efecto de los diferentes tratamientos sobre el ancho del diente (Tabla IV), en la campaña 2011-2012, se comprobó que los mayores valores se obtuvieron al realizar la aplicación combinada de FitoMas E[®]+EcoMic[®] y EcoMic[®], difiriendo significativamente de los demás tratamientos. El tratamiento sin fertilizar y la aplicación de FitoMas E[®] fueron los que obtuvieron los resultados más inferiores, respecto a estas variables, sin que existiera diferencias significativas entre sí.

En la campaña 2013-2014 se observó, que el mayor ancho se obtuvo también con el uso de FitoMas E[®] + EcoMic[®], el que difirió significativamente del resto de los tratamientos, mientras que la aplicación de EcoMic[®] no difirió de la anchura obtenida con el uso de FitoMas E[®]. Este último tratamiento tampoco difirió estadísticamente de los resultados obtenidos con el testigo sin aplicación, que fue el que menores anchuras de diente presentó.

De forma general los tratamientos que mejores rendimientos arrojaron fueron el 4 (FitoMas E[®] + EcoMic[®]) y el 2 (EcoMic[®]) significativamente superiores a los obtenidos con la utilización de FitoMas E[®], que presentó rendimientos inferiores a los primeros, pero significativamente superiores a los que se obtuvieron con el tratamiento sin fertilizar, que fue el que menor rendimiento presentó (Tabla V).

Tabla IV. Influencia del EcoMic® y FitoMas E® en el ancho del diente de ajo cultivar “Criollo” durante las campañas 2011-2012 y 2013-2014

Tratamientos	Masa de los dientes (g)	
	Campaña 2011-2012	Campaña 2013-2014
T1 Testigo sin aplicación	0,57 b	0,59 c
T2 EcoMic®	0,65 a	0,62 b
T3 FitoMas E®	0,60 b	0,61 bc
T4 FitoMas E®+EcoMic®	0,68 a	0,66 a
EE \bar{X}	0,13	0,0632
CV %	10,98	14,76

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Duncan ($P < 0,05$) (19).

La aplicación de FitoMas E® + EcoMic® produjo un incremento de más del 24 % del rendimiento con respecto al testigo sin aplicación, mientras que con la aplicación de EcoMic®, el incremento fue de más de un 20 % y con el uso de FitoMas E® fue menor.

El mayor rendimiento en la campaña 2013-2014 (Tabla VI) se obtuvo con el uso combinado de FitoMas E® + EcoMic®, seguido por las aplicaciones de EcoMic® y FitoMas E® de forma independiente. Los resultados de estos tres tratamientos no presentaron diferencias estadísticas entre sí. El tratamiento de menor rendimiento lo constituyó el testigo sin aplicación, que fue estadísticamente inferior a los demás tratamientos.

Como se puede apreciar la aplicación de FitoMas E® + EcoMic® produjo también un incremento de más del 22 % del rendimiento con respecto al testigo sin aplicación, mientras que con la aplicación de EcoMic® el incremento fue de más de un 18 % y con el uso de FitoMas E® de más de un 14 %.

Durante la campaña 2011-2012, los rendimientos fueron superiores a la media informada en nuestro país, que es de 2 t ha⁻¹ (12,13); sin embargo, en la campaña 2013-2014 se comportaron más cercanos a estos valores. Esta marcada diferencia entre ambas campañas, respecto al rendimiento y a otras variables analizadas, se debe a que las condiciones de clima durante la campaña 2011-2012, fueron más favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo, en comparación con la de 2013-2014.

De forma general, las condiciones climáticas (Tabla III) no fueron las ideales para el cultivo del ajo. A pesar de que las temperaturas se comportaron en los niveles aceptables para su desarrollo (23,2 a 24,6 °C), no fueron en los rangos óptimos para el crecimiento del bulbo (por debajo de 21 °C) (5).

Por otro lado, las afectaciones de *Thrips tabaci* Lin. influyeron en estos rendimientos ya que la incidencia de esta plaga, puede afectar las producciones cuando los niveles infestivos son altos (28). En esta investigación durante la campaña 2013-2014 se detectaron índices infestivos de hasta un 25 %.

Es necesario precisar que entre los efectos de los estimulantes del crecimiento vegetal, sobre las plantas, se señala la disminución de las consecuencias negativas derivadas de las condiciones adversas asociadas, entre otras causas, a los efectos de infestaciones por plagas (29).

Todos los tratamientos presentaron rendimientos significativamente superiores al testigo, lo que evidencia el efecto positivo del uso de EcoMic® y del FitoMas E® en el crecimiento, desarrollo y en los rendimientos del cultivo del ajo. Se comprobó también que las plantas micorrizadas crecen mejor que las no micorrizadas, ya que mejoran la nutrición a través de las hifas, quienes exploran un mayor volumen de suelo que las plantas no micorrizadas (30).

Tabla V. Influencia del EcoMic® y FitoMas E® en el rendimiento (t ha⁻¹) de ajo cultivar “Criollo” en la campaña 2011-2012

Tratamientos	Rendimientos	Incremento respecto al testigo	Incremento respecto al testigo
	(t ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)	(%)
T1 Testigo sin aplicación	3,65 c	0	0
T2 EcoMic®	4,46 a	0,81	22,19
T3 FitoMas E®	3,86 b	0,21	5,75
T4 FitoMas E® + EcoMic®	4,54 a	0,89	24,38
EE \bar{X}	0,2994		
CV%	14,92		

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Duncan ($P < 0,05$) (19)

Tabla VI. Influencia del EcoMic® y FitoMas E® en el rendimiento (t ha⁻¹) del cultivo del ajo cultivar “Criollo” en la campaña 2013-2014

Tratamientos	Rendimientos (t ha ⁻¹)	Incremento respecto al testigo (t ha ⁻¹)	Incremento respecto al testigo (%)
T1 Testigo sin aplicación	1,71 d	0	0
T2 EcoMic®	2,03 b	0,32	18,71
T3 FitoMas E®	1,96 c	0,25	14,61
T4 FitoMas E® + EcoMic®	2,10 a	0,39	22,80
EE \bar{X}	0,0026		
CV%	2,54		

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Duncan (P<0,05) (19)

Otros autores informaron rendimientos superiores a los obtenidos en esta investigación de hasta 6,41 t ha⁻¹, con el tratamiento combinado de FitoMas E® + 300 kg de N ha⁻¹ fertilización, mientras que con la aplicación de FitoMas E® de forma independiente, obtuvieron 2,34 t ha⁻¹ (21).

En la zona sur de Las Tunas se obtuvieron rendimientos superiores a las 5 t ha⁻¹ con el uso de diferentes estimulantes del crecimiento vegetal (16) y en Sancti Spíritus, otros autores llegaron a las 6,81 t ha⁻¹, pero con la aplicación de *Azospirillum brasilense* con dos cultivares diferentes al empleado en esta investigación (31). Rendimientos muy superiores también fueron informados en otras partes del mundo aunque con la aplicación de fertilizantes inorgánicos (32).

En los resultados obtenidos en los rendimientos, se comprobó que la utilización de EcoMic® y FitoMas E® implicó un aumento del rendimiento del cultivo del ajo, en correspondencia con lo planteado por varios autores (17, 23, 24, 33–35).

Esta afirmación coincide con lo enunciado por otros autores quienes plantean que el uso de FitoMas E® se traduce en un considerable ahorro de divisas, por concepto de importaciones de fertilizantes químicos, además de contribuir a minimizar la carga tóxica del agroecosistema, a la vez que se ofertan hortalizas más sanas a la población (21).

CONCLUSIONES

La utilización de FitoMas E® + EcoMic® y de EcoMic®, de forma independiente, fueron los tratamientos que mejores resultados obtuvieron en la mayoría de las variables estudiadas con rendimientos superiores (4,54 y 4,46 t ha⁻¹ en la campaña 2011-2012 y 2,10 y 2,03 t ha⁻¹ en la campaña 2013-2014) a la aplicación de FitoMas E® y al testigo sin aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. A. y Toledo, V. M. “The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants”. *The Journal of Peasant Studies*, vol. 38, no. 3, 1 de julio de 2011, pp. 587-612, ISSN 0306-6150, DOI 10.1080/03066150.2011.582947.
- Koohafkan, P.; Altieri, M. A. y Gimenez, E. H. “Green Agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems”. *International Journal of Agricultural Sustainability*, vol. 10, no. 1, 1 de febrero de 2012, pp. 61-75, ISSN 1473-5903, DOI 10.1080/14735903.2011.610206.
- Cabrera, M. M.; Borrero, R. Y.; Rodríguez, F. A.; Angarica, B. E. M. y Rojas, M. O. “Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*, L) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido”. *Ciencia en su PC*, no. 4, 2011, pp. 32–42, ISSN 1027-2887.
- Carvajal, M. J. S. y Carmona, G. C. E. “Benefits and limitations of biofertilization in agricultural practices”. *Livestock Research for Rural Development*, vol. 24, no. 3, 2012, ISSN 0121-3784, [Consultado: 27 de junio de 2016], Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Juan_Carvajal_Munoz/publication/280581225_Benefits_and_limitations_of_biofertilization_in_agricultural_practices/links/55bc522b08aec0e5f44199f7.pdf>.
- Rojas, M. O.; Borrero, R. Y.; Puchades, I. Y. y Rodríguez, F. A. “Influencia de la aplicación de hongos micorrizógenos arbusculares y el FitoMas-E en componentes del rendimiento en el cultivo de la yuca”. *Ciencia en su PC*, no. 4, 2013, pp. 1–11, ISSN 1027-2887.
- Sharafzadeh, S. y Ordoorkhani, K. “Organic and biofertilizers as a good substitute for inorganic fertilizers in medicinal plants farming”. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, vol. 5, no. 12, 2011, pp. 1330–1333, ISSN 1991-8178.

7. Charles, N. J. y Martín, A. N. J. "Uso y manejo de hongos micorrizcos arbusculares (HMA) y humus de lombriz en tomate (*Solanum lycopersicum* L.), bajo sistema protegido". *Cultivos Tropicales*, vol. 36, no. 1, marzo de 2015, pp. 55-64, ISSN 0258-5936.
8. Falcón, O. E.; Rodríguez, L. O. y Rodríguez, M. Y. "Aplicación combinada de micorriza y FitoMas-E en plantas de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua)". *Cultivos Tropicales*, vol. 36, no. 4, diciembre de 2015, pp. 35-42, ISSN 0258-5936.
9. Peña, C. K.; Rodríguez, F. J. C. y León, O. N. "Efectos de la aplicación simultánea de Fitomas-E y Biobras-16 en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)". *InfoCiencia*, vol. 19, no. 3, 2012, p. 11, ISSN 1029-5186.
10. Marrero, T. A.; Hernández, A.; Caballero, R.; Casanova, A.; Jiménez, S.; Iglesias, I.; León, M.; Salgado, J. M. y Hernández, M. *Guía técnica para la producción del cultivo del ajo*. 1.ª ed., Ed. Instituto de Investigaciones Hortícolas «Liliana Dimitrova», 2010, La Habana, Cuba, 30 p., ISBN 978-959-7210-02-3.
11. Mozaffari, N. A. S.; Shabani, S.; Bayat, M. y Ebrahim, H. S. "Antibacterial Effect of Garlic Aqueous Extract on *Staphylococcus aureus* in Hamburger". *Jundishapur Journal of Microbiology*, vol. 7, no. 11, noviembre de 2014, pp. 31-34, ISSN 2008-3645, 2008-4161, DOI 10.5812/jjm.13134, PMID: 25774277.
12. Izquierdo, H. y Gómez, O. "VIETNAMITA, un clon de ajo (*Allium sativum* L.) de alta calidad fitosanitaria y buen potencial de rendimiento". *Cultivos Tropicales*, vol. 28, no. 1, 2007, p. 75, ISSN 1819-4087.
13. Izquierdo, H. y Gómez, O. "«Martínez» un clon de ajo (*Allium sativum*, L.) de alta calidad fitosanitaria y buen potencial de rendimiento". *Cultivos Tropicales*, vol. 26, no. 2, 2005, p. 53, ISSN 1819-4087.
14. Huez, L. M. A.; López, J.; Jiménez, J.; Garza, S.; Preciado, F. A.; Álvarez, A.; Valenzuela, P. y Rodríguez, J. "Fertilización nitrogenada en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) bajo riego por goteo en la costa de hermosillo". *BIOTecnia*, vol. 12, no. 3, 30 de diciembre de 2010, pp. 23-31, ISSN 1665-1456, DOI 10.18633/bt.v12i3.101.
15. Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E.; Ruíz, J.; Salgado, E. J.; Marsán, R.; Obregón, A.; Torres, J. M.; Gonzáles, J. E.; Orellana, R.; Paneque, J.; Ruiz, J. M.; Mesa, A.; Fuentes, E.; Durán, J. L.; Pena, J.; Cid, G.; Ponce de León, D.; Hernández, M.; Frómata, E.; Fernández, L.; Garcés, N.; Morales, M.; Suárez, E. y Martínez, E. *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. Ed. AGROINFOR, 1999, La Habana, Cuba, 64 p., ISBN 959-246-022-1.
16. Rodríguez, Y.; Dalpé, Y.; Séguin, S.; Fernández, K.; Fernández, F. y Rivera, R. A. "*Glomus cubense* sp. nov., an arbuscular mycorrhizal fungus from Cuba". *Mycotaxon*, vol. 118, no. 1, 2011, pp. 337-347, ISSN 0093-4666, 2154-8889, DOI 10.5248/118.337.
17. Montano, R.; Zuaznabar, R.; García, A.; Viñals, M. y Villar, J. "Fitomas E: Bionutriente derivado de la industria azucarera". *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, vol. 41, no. 3, 2007, pp. 14-21, ISSN 0138-6204.
18. Muñoz, L.; Almaguel, L.; Benítez, M.; Brito, G.; Cáceres, I.; Castellanos, J. J.; Fraga, S.; Gil, J. F.; López, M. y Prats, A. "El cultivo y mejoramiento de la producción de ajo en Cuba". *Agricultura Orgánica*, no. 1, 2010, pp. 18-21, ISSN 1028 – 2130.
19. Duncan, D. B. "Multiple Range and Multiple F Tests". *Biometrics*, vol. 11, no. 1, 1 de marzo de 1955, pp. 1-42, ISSN 0006-341X, DOI 10.2307/3001478.
20. Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C. W. *InfoStat* [en línea]. versión 2013, [Windows], Ed. Grupo InfoStat, 2013, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, Disponible en: <<http://www.infostat.com.ar/>>.
21. García, A. M.; Montoya, R. C. A.; Barroso, F. C. L.; Pérez, D. C. A. y Reyes, M. B. "Reducción de la fertilización nitrogenada en el cultivo del ajo". *Hombre, Ciencia y Tecnología*, vol. 18, no. 1, 2014, pp. 58-67, ISSN 1028-0871.
22. Kumar, J.; Das, S. y Chanchan, M. "Effect of inorganic and biofertilizer on growth, and yield of Garlic (*Allium sativum* L.)". *Agrotechnol*, vol. 2, no. 4, 2014, p. 42, ISSN 2168-9881, DOI <http://dx.doi.org/10.4172/2168-9881.S1.007>.
23. Villar, D. J.; Montano, M. R.; García, M. T.; García, G. D. y Zuaznabar, Z. R. "Efectos del bionutriente FITOMAS-E con y sin fertilización convencional". *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, vol. 45, no. 3, 2011, pp. 24-29, ISSN 0138-6204.
24. Dibut, A. B. *Biofertilizantes como insumos en agricultura sostenible*. 1.ª ed., Ed. Editorial Universitaria, 2009, La Habana, Cuba, ISBN 978-959-16-1032-4.
25. Castellanos, J. Z.; Vargas, T. P.; Ojodeagua, J. L.; Hoyos, G.; Alcantar, G. G.; Méndez, F. S.; Álvarez, S. E. y Gardea, A. A. "Garlic Productivity and Profitability as Affected by Seed Clove Size, Planting Density and Planting Method". *HortScience*, vol. 39, no. 6, 10 de enero de 2004, pp. 1272-1277, ISSN 0018-5345, 2327-9834.
26. Diriba-Shiferaw, G.; Nigussie-Dechassa, R.; Woldetsadik, K.; Getachew, T. y Sharma, J. J. "Bulb quality of garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by the application of inorganic fertilizers". *African Journal of Agricultural Research*, vol. 9, no. 8, 2014, pp. 784-796, ISSN 1991-637X, DOI 10.5897/AJAR2013.7723.
27. Macías, D. R.; Grijalva, C. R. L. y Robles, C. F. "Productividad y calidad de variedades de ajo (*Allium sativum* L.) bajo condiciones desérticas en Caborca, Sonora". *BIOTecnia*, vol. 12, no. 1, 30 de abril de 2010, p. 44, ISSN 1665-1456, 1665-1456, DOI 10.18633/bt.v12i1.65.
28. González, C. y Suris, M. "Comportamiento de poblaciones de trips sobre tres especies de aliáceas en dos sistemas de cultivos en la provincia La Habana". *Revista de Protección Vegetal*, vol. 25, no. 2, agosto de 2010, pp. 98-102, ISSN 1010-2752.
29. Boehme, M.; Schevtschenko, J. y Piker, I. "Effect of bioestimulators on growth of vegetables in hidroponical systems". *Acta Horticulturae*, no. 697, 2005, pp. 337-344, ISSN 0567-7572.

30. Rajan, S. K.; Reddy, B. J. D. y Bagyaraj, D. J. "Screening of arbuscular mycorrhizal fungi for their symbiotic efficiency with *Tectona grandis*". *Forest Ecology and Management*, vol. 126, no. 2, 10 de febrero de 2000, pp. 91-95, ISSN 0378-1127, DOI 10.1016/S0378-1127(99)00089-4.
31. González, R. L. y Rodríguez, N. I. "Influencia de la aplicación de *Azospirillum* en el crecimiento y desarrollo del cultivo del ajo (*Allium sativum* L)". *Centro Agrícola*, vol. 30, no. 2, 2003, pp. 111-117, ISSN 2072-2001.
32. Gaviola, S. y Lipinski, V. M. "Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y el color de cultivares de ajo (*Allium sativum*) colorado". *Ciencia e Investigación Agraria*, vol. 35, no. 1, abril de 2008, pp. 67-75, ISSN 0718-1620, DOI 10.4067/S0718-16202008000100007.
33. Fundora, L. R.; Cabrera, J. A.; González, J. y Ruiz, L. A. "Incrementos en los rendimientos del cultivo de boniato por la utilización combinada del fitoestimulante FitoMas-E y el biofertilizante EcoMic® en condiciones de producción". *Cultivos Tropicales*, vol. 30, no. 3, septiembre de 2009, pp. 14-17, ISSN 0258-5936.
34. Terry, A. E.; Ruiz, P. J.; Tejada, P. T. y Díaz, de A. M. M. "Respuesta del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Verlili.) a la aplicación de diferentes bioproductos". *Cultivos Tropicales*, vol. 34, no. 3, septiembre de 2013, pp. 05-10, ISSN 0258-5936.
35. Mujica, P. Y. "Inoculación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) por dos vías diferentes en el cultivo del tomate (*Solanun lycopersicum* L.)". *Cultivos Tropicales*, vol. 33, no. 4, diciembre de 2012, pp. 71-76, ISSN 0258-5936.

Recibido: 14 de septiembre de 2015

Aceptado: 25 de febrero de 2016