

# HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* Y FitoMas-E: UNA ALTERNATIVA EFICAZ PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE FERTILIZANTES MINERALES EN *Psidium guajava*, L. var. Enana Roja cubana

## Arbuscular mycorrhizal fungi, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* and FitoMas-E: an effective alternative for the reduction of the consumption of mineral fertilizers in *Psidium guajava*, L. var. Enana Roja cubana

Leudiyanes Ramos Hernández<sup>✉</sup>, Noel J. Arozarena Daza, Yeinier Reyna García, Lázaro Telo Crespo, Marcelino Ramírez Peña, José Lescaille Acosta y Gloria M. Martín Alonso

**ABSTRACT.** The experimental work was realized in the UBPC «Batalla de Jobito» located in «El Salvador» municipality, Guantánamo province during 2007-2009. Research objective was define an alternative of nutritional management based on the use of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* and FitoMas-E phytostimulant, as a viable way to reduce mineral fertilization in the crop of guava Enana Roja cubana unaffected yields. In order to establish the experiments we worked with the combination of 10 g.plant<sup>-1</sup> of mycorrhizal (species: *Glomus intraradices*) 2 L.ha<sup>-1</sup> of AZOMEG [commercial product consisting of *Azotobacter chroococcum* (2x10<sup>11</sup> cfu x mL<sup>-1</sup>) and *Bacillus megatherium* (3.2x10<sup>11</sup> cfu x mL<sup>-1</sup>)] and 1 L.ha<sup>-1</sup> of FitoMas-E with the gradual reduction of mineral fertilizer of N and P; using 100, 75, 50 and 25 % respectively. Outcome variable were measured: plant height, leaf pairs, number of brindillas, flowers and fruit, polar and equatorial diameter and mean fruit weight. Moreover postharvest weight loss and yield were calculated. Experimental results showed that the combination of 75 % of the mineral fertilizer, with biofertilizers and FitoMas-E was superior to other treatments studied in all evaluated variables, this enabled the reduction of 25 % of mineral fertilization and better economic response.

**RESUMEN.** El trabajo experimental se desarrolló en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) «Batalla de Jobito» ubicada en el municipio «El Salvador», provincia Guantánamo en el período comprendido entre los años 2007-2009. El objetivo de la investigación fue definir una alternativa de manejo nutricional basada en el empleo de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* y el fitoestimulante FitoMas-E, como vía factible para la reducción de la fertilización mineral en el cultivo de la guayaba Enana Roja cubana, sin afectaciones a los rendimientos. Para el montaje del experimento se combinaron 10 g.planta<sup>-1</sup> de micorriza (especie: *Glomus intraradices*); 2 L.ha<sup>-1</sup> de AZOMEG [producto comercial compuesto por *Azotobacter chroococcum* (2x10<sup>11</sup> ufc x mL<sup>-1</sup>) y *Bacillus megatherium* (3.2x10<sup>11</sup> ufc x mL<sup>-1</sup>)] y 1 L.ha<sup>-1</sup> de FitoMas-E con la reducción gradual de la fertilización mineral de N y P; utilizando el 100, 75, 50 y 25 % respectivamente. Como variable respuesta se midieron la altura de las plantas, los pares de hojas, el número de brindillas, el número de flores y frutos, el diámetro polar y ecuatorial y peso promedio de los frutos; también se calcularon la pérdida de peso postcosecha y el rendimiento. Los resultados experimentales demostraron que la combinación del 75 % de la fertilización mineral con los biofertilizantes y el FitoMas-E fue superior al resto de los tratamientos en estudio para las variables evaluadas, así como posibilitó la reducción del 25 % de la fertilización mineral y obtener una mejor respuesta económica.

**Key words:** biofertilizers, vesicular arbuscular micorrhizal, performance, guava

**Palabras clave:** biofertilizantes, micorrizas arbusculares vesiculares, rendimiento, guayaba

Leudiyanes Ramos Hernández, Profesor Asistente; Yeinier Reyna García, Profesor Instructor Adjunto; José Lescaille Acosta, Profesor Instructor del Departamento Producción de Montaña; Lázaro Telo Crespo, Profesor Auxiliar del Departamento Básico-Específico de la Facultad Agroforestal de Montaña, Universidad de Guantánamo, km 6½, carretera El Salvador, municipio «El Salvador»; provincia «Guantánamo»; Dr.C. Noel J. Arozarena Daza, Investigador Titular del Departamento de Microbiología, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical «Alejandro de Humboldt» (INIFAT); Marcelino Ramírez Peña, Jefe de Producción de la UBPC «Hermanos Sánchez», km 5½, carretera El Salvador, municipio «El Salvador»; provincia «Guantánamo»; Dra.C. Gloria M. Martín Alonso, Investigadora Auxiliar del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, gaveta postal 1, San José de la Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700.

✉ lramosh@fam.cug.co.cu; daza@inifat.co.cu; yreina@fam.cug.co.cu; ltelocrespo@fam.cug.co.cu; lescaille@fam.cug.co.cu; gloriam@inca.edu.cu

## INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava*, L.) pertenece al género *Psidium*, familia de las *Mirtáceas*, constituye una fuente natural de vitaminas C, A y B3, es muy rica en hierro, sobre todo en las semillas. Además contiene carbohidratos, sales minerales, fósforo y calcio (1).

Entre las variedades más explotadas y extendidas a nivel nacional se destacan la 'N-2', 'N-6' y la 'EEA 18-40' (Enana Roja cubana), la cual se distingue en el sistema de producción por su notable estabilidad, productividad y preferencia entre los consumidores, formando parte de las nuevas tendencias y estrategias de producción frutícola nacionales, mediante el establecimiento de áreas puras y Fincas Integrales de Frutales (2).

En correspondencia con estas estrategias de producción y la creciente demanda de la población todavía insatisfecha, la Delegación Provincial del Ministerio de la Agricultura en Guantánamo se ha planificado extender la explotación de este frutal en 151,12 ha hasta el 2015 y elevar su rendimiento en 15 t.ha<sup>-1</sup> y superar el de los últimos seis años, 10,12 t.ha<sup>-1</sup>, todavía por debajo de la media nacional que es de 11,32 t.ha<sup>-1</sup> (3). Las autoridades locales han reconocido que la poca disponibilidad de fertilizantes químicos entre otros factores influye negativamente en el rendimiento actual del cultivo (4).

A tono con esta demanda y en función de contribuir con el desarrollo agrario del territorio se desarrolla la presente investigación que tiene como objetivo definir una alternativa de manejo nutricional basada en el empleo de HMA, AZOMEG y FitoMas-E como vía factible para la reducción de la fertilización mineral, sin afectar los rendimientos en el cultivo de la guayaba var. Enana Roja cubana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en la UBPC «Batalla de Jobito» ubicada en el municipio «El Salvador» provincia Guantánamo, sobre un suelo Pardo sialítico mullido carbonatado (5). Para la conformación de los tratamientos se tuvo en cuenta la aplicación de 10 g.planta<sup>-1</sup> de hongos micorrizógenos arbusculares (especie: *Glomus intraradices*, cepa INCAM-8) (6) proveniente del cepario certificado del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) con una población efectiva de 25 esporas.g<sup>-1</sup> de suelo; 2 L.ha<sup>-1</sup> de AZOMEG [producto comercial compuesto por *Azotobacter chroococcum* (210<sup>11</sup> ufc x mL<sup>-1</sup>) y *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* (3.2x10<sup>11</sup> ufc x mL<sup>-1</sup>)] proveniente del Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INITAT) (7); también se empleó FitoMas-E, formulado de sustancias orgánicas, complejas de alta energía, obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) a razón de 1 L.ha<sup>-1</sup> (8). Además se tuvo en cuenta la incorporación de la reducción gradual del 100 % de la dosis de fertilización mineral a base de nitrógeno (180 kg.ha<sup>-1</sup>) y fósforo (60 kg.ha<sup>-1</sup>); el potasio (120 kg.ha<sup>-1</sup>) se aplicó completo de acuerdo a las normativas técnicas (1).

La variedad de guayaba empleada fue seleccionada en el año 1962 en la antigua Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, La Habana; de una planta de semilla polinizada libremente del cultivar 'Indian Pink'. Árbol de porte pequeño (3.0 m a los 10 años de plantado) de follaje color verde oscuro, frutos de diferentes formas y tamaños, pero generalmente aperados y de pulpa roja-rosada. Cultivar muy prolífero de alto potencial productivo (100 t.ha<sup>-1</sup> al año) (1).

Tratamientos:

- T1- 100 % de la fertilización mineral (N y P) (Testigo)
- T2- 75 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E
- T3- 50 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E
- T4- 25 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

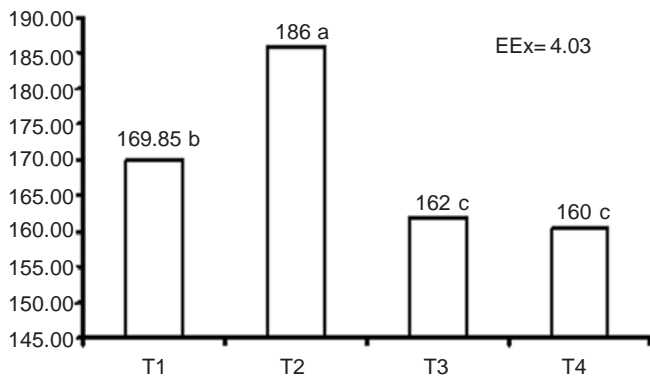
Las variables altura de la planta (cm); pares de hojas (U) y número de brindillas (U), se evaluaron a los seis meses después del trasplante (ddt).

Se determinaron también, por período de tres cosechas consecutivas, otras variables componentes del rendimiento como: número de flores y frutos por planta (U); diámetro polar y ecuatorial del fruto (cm); peso promedio de los frutos (g); pérdida de peso postcosecha (%) y el rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>). Para el análisis económico se evaluaron el costo de producción, ingresos, ganancia y relación costo beneficio.

En el montaje experimental se empleó un diseño en bloques al azar con cuatro réplicas de 16 plantas cada una; para la toma de muestras y datos, se consideraron cuatro plantas de cada parcela experimental. Los datos se procesaron a través del paquete estadístico STATISTICA 6.1 en ambiente *Windows* y la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $p \leq 0.05$ ). La variable pérdida de peso postcosecha se analizó mediante un análisis de regresión simple.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se puede apreciar que la combinación de HMA, AZOMEG y FitoMas-E con el 75 % de la fertilización mineral (N y P), es capaz de estimular la variable altura de las plantas con diferencias significativas sobre el resto de los tratamientos, este comportamiento ratifica la importancia de la utilización combinada de biofertilizantes fúngicos y bacterianos para mejorar la respuesta vegetal, debido en gran medida a la acción sinérgica y beneficiosa que entre ellos se produce, demostrado en otros cultivos como el ají (*Capsicum annuum* L) (9). A este efecto también se une el FitoMas-E que es un fitoestimulador vegetal que actúa positivamente sobre las poblaciones de microorganismos, el crecimiento y el rendimiento de los cultivos (8).



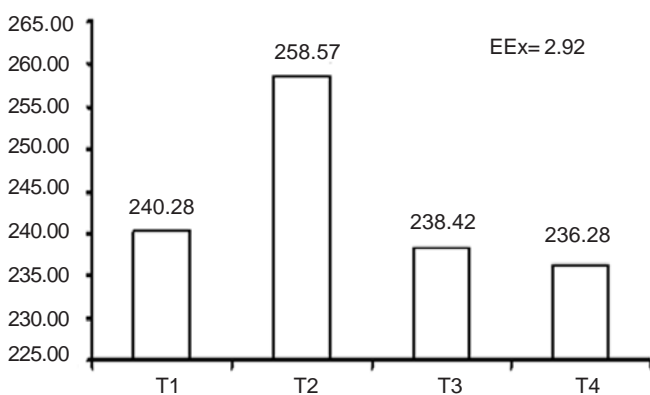
Medias con superíndices diferentes difieren significativamente para  $p \leq 0.05$  %

T1- 100 % de la fertilización mineral (N y P) (Testigo)  
 T2- 75 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E  
 T3- 50 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E  
 T4- 25 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

**Figura 1. Altura de las plantas (cm) de guayaba Enana Roja cubana, evaluada a los 240 días después del trasplante (ddt)**

Investigaciones realizadas en condiciones de campo en el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas*) con el empleo de Ecomic®, FitoMas-E y el 50 % de la fertilización (N, P, K), demostraron que la combinación de todos los elementos propició los mejores resultados con diferencias significativas sobre el resto de las combinaciones estudiadas, incluyendo al testigo sin tratar (10).

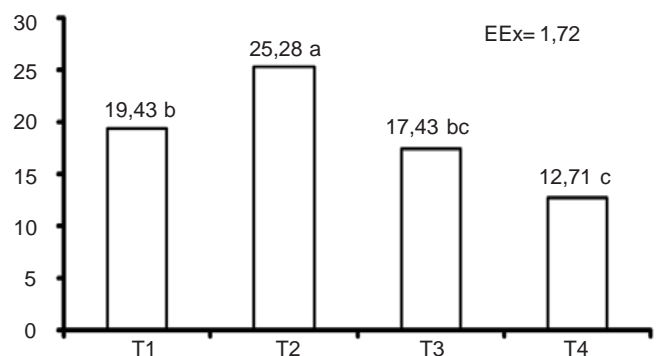
La Figura 2 muestra tendencias en el resultado similares a las analizadas en la variable anterior, nótese como la combinación de biofertilizantes, FitoMas-E y el 75 % de la fertilización mineral es 8,4 % superior a los demás tratamientos en estudio, lo que le confiere diferencias significativas sobre las demás variantes experimentales e indica mayor capacidad de captación de energía solar para llevar a cabo la fotosíntesis, ya que las hojas son las encargadas de tan importante tarea en la planta. Por otro lado resulta interesante apreciar como el testigo y las combinaciones del 50 y 25 % de la fertilización mineral, los biofertilizantes y el FitoMas-E, no difieren estadísticamente entre sí.



**Figura 2. Pares de hojas de plantas de guayaba Enana Roja cubana, evaluada a los 240 días después del trasplante (ddt)**

Otros resultados experimentales obtenidos en tomate también mostraron una tendencia similar al combinar *A. brasilense* y *G. clarum* con 60, 90, 120 kg N.ha<sup>-1</sup> y descubrir que las combinaciones de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV), los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y fertilización mineral estimulan positivamente el crecimiento de las plantas, al mismo tiempo que contribuye positivamente en su nutrición, logrando reducir de forma eficiente, aproximadamente el 40 % de la dosis recomendada en las indicaciones técnicas para el cultivo (11).

La variable número de brindillas promedio por árbol, analizada en la Figura 3 también muestra mejor resultado con la combinación de HMA, AZOMEG y FitoMas-E con el 75 % de la fertilización mineral (N y P), lo cual implica una mejor respuesta productiva, ya que en estos órganos es donde florece y fructifica la planta de guayaba.



**Figura 3. Número de brindillas promedio por árbol evaluado a los 240 días después del trasplante (ddt)**

Esta es una de las razones por la cual al analizar las variables número de flores y frutos promedio por árbol en la Tabla I, este mismo tratamiento presenta diferencias significativas sobre los demás tratamientos en estudio, aunque también existe una acción benéfica derivada de la aplicación de estos productos biológicos, capaces de mejorar la vida de la planta e influir positivamente sobre el número de flores y frutos.

**Tabla I. Número de flores y frutos promedio por árbol evaluados al año después del trasplante (ddt)**

Tratamientos	Número de flores	Número de frutos
T1	158 b	86 b
T2	186 a	93 a
T3	140 c	80 c
T4	132 c	70 d
EEx	1,53	1,26

Medias con superíndices diferentes difieren significativamente para  $p \leq 0.05$  %

T1- 100 % de la fertilización mineral (N y P) (Testigo)  
 T2- 75 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E  
 T3- 50 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E  
 T4- 25 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

Es importante señalar que se puede lograr una reducción del 25 % de la fertilización mineral, por tanto hay una influencia positiva en el entorno ambiental y económico, ya que la aplicación de los productos permite enriquecer la población microbiana del suelo (12) y disminuir el consumo de un material costoso y poco accesible como el fertilizante mineral.

Con todo esto se demuestra, una vez más, la importancia de la aplicación conjunta de biofertilizantes y estimulantes para provocar efectos positivos en los cultivos (13) y formar parte de las alternativas a tener en cuenta en los sistemas agrícolas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable para reducir los insumos externos; mejorar la cantidad y la calidad de los recursos internos; garantizar mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes minerales, logrando sustituciones parciales de los mismos; además, incrementar las producciones agrícolas para incidir directamente en el trazado de estrategias que contribuyan a la disminución de la vulnerabilidad ante la inseguridad alimentaria que existe hoy en el mundo (14).

En las variables diámetro polar y ecuatorial (Tabla II), el tratamiento 2 no difiere estadísticamente del tratamiento 1 y sí con los tratamientos 3 y 4, lo cual indica que realizar la aplicación del 75 % de la fertilización mineral combinada con los productos biológicos utilizados, causa similar efecto que la aplicación de la fertilización mineral completa. Resulta interesante que entre los tratamientos 1 y 3 no existe diferencia significativa para el diámetro ecuatorial y que para el diámetro polar la fertilización mineral completa, no difiere de ninguno de los demás tratamientos, de manera que hay un efecto importante de las alternativas estudiadas sobre estas variables.

**Tabla II. Parámetros de calidad de la guayaba Enana Roja cubana expresados en el diámetro y el peso de los frutos**

Tratamientos	Diámetro ecuatorial (mm)	Diámetro polar (mm)	Peso del fruto (g)
T1	66,4 ab	66,2 ab	158,39 b
T2	69,8 a	72,0 a	174,48 a
T3	61,8 b	61,2 b	124,36 c
T4	56,8 c	62,8 b	108,32 d
EEx	1,35	1,51	6,83

Medias con superíndices diferentes difieren significativamente para  $p \leq 0.05$  %

T1- 100 % de la fertilización mineral (N y P) (Testigo)

T2- 75 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

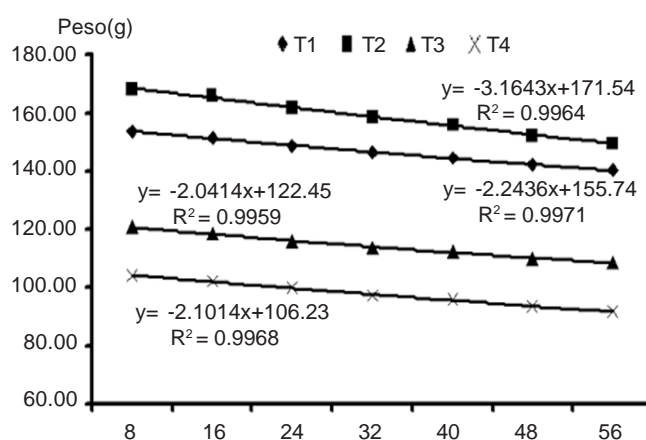
T3- 50 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

T4- 25 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

Sin embargo, para la variable peso del fruto, el tratamiento 2 es superior al resto de los tratamientos en estudio, lo cual contribuye de forma decisiva en el rendimiento del cultivo. El efecto de los microorganismos

rizosféricos combinado con el fitoestimulante sobre el peso de los frutos permite ahorrar eficientemente el 25 % de la fertilización mineral y además aumentar el número de frutos por encima de la aplicación del 100 % de la fertilización mineral.

La variable pérdida de peso postcosecha (Figura 4), no muestra esta tendencia, porque en el transcurso de todas las evaluaciones, todos los tratamientos tuvieron una merma de peso similar, nótese como el coeficiente de regresión al comparar la relación entre el peso de los frutos y las horas transcurridas después de la cosecha, es de 99 % para todos los tratamientos, lo que indica que los productos estudiados, no afectan la pérdida de peso de los frutos, sino que esta se debe al carácter fisiológico de la variedad estudiada y que ocurre con similares intensidades según transcurre el tiempo para todos los tratamientos.



T1- 100 % de la fertilización mineral (N y P) (Testigo)

T2- 75 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

T3- 50 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

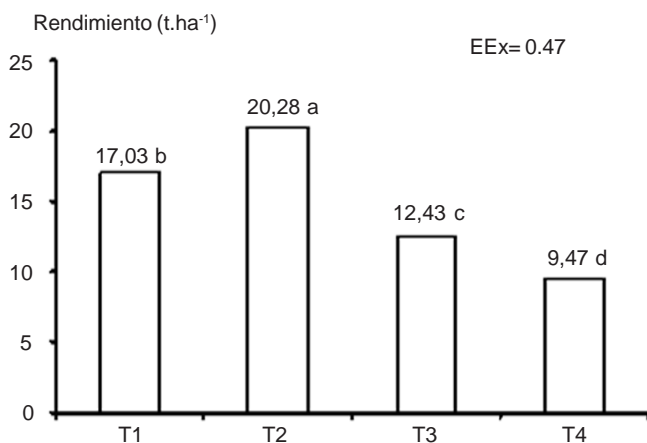
T4- 25 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

**Figura 4. Pérdida de peso postcosecha durante 56 horas de los frutos de guayaba Enana Roja cubana**

Existen investigaciones donde se ha reportado que la actividad de los biofertilizantes no ejercen variaciones bromatológicas importantes en los frutos, ni en la pérdida de peso postcosecha, como es el caso del tomate. En este sentido intervienen otros factores fisiológicos de mayor peso, tal es el caso de la concentración de nutrientes en el fruto y la edad del fruto en el momento de la cosecha<sup>1</sup>. En la especie estudiada son pocos los reportes científicos que tengan este nivel de especialización en nuestro país, por lo que este constituye un campo en el que hay que investigar con más profundidad.

<sup>1</sup>Terry, E. Efectividad agronómica de biofertilizantes en el cultivo del tomate. [Tesis de Maestría]. INCA, La Habana. 1998. 72 p.

En la Figura 5, concerniente al rendimiento se muestra que las aplicaciones combinadas de fertilizantes minerales al 75 % (N y P) y los bioproductos estudiados, pueden incrementar los rendimientos del cultivo con diferencias significativas sobre el resto de los tratamientos, incluso al testigo de producción con la inclusión de la fertilización mineral completa.



T1- 100 % de la fertilización mineral (N y P) (Testigo)  
 T2- 75 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E  
 T3- 50 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E  
 T4- 25 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

**Figura 5. Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>)**

Esto es posible gracias a que las micorrizas pueden activar los sistemas enzimáticos favoreciendo la absorción, traslocación de nutrientes y agua hacia toda la planta, propiciando mayor superficie de absorción para la extracción de nutrientes, permitiendo, además, establecer numerosas colonias de microorganismos mineralizadores, solubilizadores de nutrientes y diazotróficos en la micorrizosfera (15, 16), como el *Azotobacter chroococcum* (fijador de nitrógeno) (17) y el *Bacillus megatherium* var. *Phosphaticum* (solubilizador de fósforo) (18).

También el FitoMas-E jugó un papel importante debido a su carácter fitoestimulador y su efectividad para propiciar el crecimiento de bacterias (19).

La acción conjunta de estos productos y el uso racional de la fertilización mineral (20), posibilitó obtener resultados satisfactorios.

La Tabla III referente a la valoración económica, muestra la importancia práctica de la aplicación de la mejor alternativa. Nótese como la combinación de los productos biológicos con el 75 % de la fertilización mineral, permite obtener una ganancia de \$ 30 792,88, lo cual representa un incremento de \$ 9 649,38 por encima del testigo. Resultado de un mayor rendimiento y menor costo de producción para realizar la aplicación del 100 % de la fertilización mineral (N y P). Esto implica que para ganar un peso de producción aplicando esta alternativa, solo hace falta invertir \$ 0,44, mientras que para la fertilización mineral completa se hace preciso gastar \$ 0,77.

Resulta interesante que la reducción del 50 % de la fertilización mineral combinada con las alternativas estudiadas, presenta una relación costo beneficio (\$ 0,76) muy similar a la aplicación del 100 % de la fertilización mineral (\$ 0,77), aunque existe una diferencia en la ganancia de \$ 5 605; pero por la aplicación de esta alternativa se invierte \$ 4 515 menos que lo que se emplea por la aplicación del tratamiento testigo. Lo cual implica que dicha alternativa representa un ahorro del 50 % de la fertilización mineral y es tan auto-costeable como la aplicación de todo el fertilizante mineral.

De manera general el resultado alcanzado es un paso de avance en la búsqueda de alternativas que permitan obtener mejor respuesta en términos de crecimiento, productividad y economía en las plantaciones de guayaba Enana Roja cubana. Para la cual resultó efectiva la combinación de micoorganismos biofertilizadores, FitoMas-E y el 75 % de la fertilización mineral (N y P).

## REFERENCIAS

1. Cuba. MINAG. Ministerio de la Agricultura. Instructivo técnico del cultivo de la guayaba Enana Roja cubana. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ciudad de la Habana, Cuba. 2011. 26 p.
2. Cuba. MINAG. Ministerio de la Agricultura. Manual técnico para las fincas integrales de frutales en Cuba. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, Ciudad de la Habana, Cuba. 2009. 13 p.
3. Cuba, ONE. Oficina Nacional de Estadística. Panorama económico y social de Cuba. Ciudad de la Habana, Cuba. 2010. 25 p.
4. Rodríguez, Y. Proyección y planes de siembra y producción de frutales en Guantánamo hasta el 2015. Ministerio de la Agricultura. Guantánamo, Cuba. 2010. 5 p.

**Tabla III. Valoración económica**

Tratamientos	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )	Costo total (\$)	Ingresos (\$)	Ganancia (\$)	Relación costo/beneficio (\$)
T1	17,03	16 322,50	37 466,00	21 143,50	0,77
T2	20,28	13 823,12	44 616,00	30 792,88	0,44
T3	12,43	11 807,50	27 346,00	15.538,50	0,76
T4	9,47	9 791, 87	20 834,00	11 042,13	0,89

T1- 100 % de la fertilización mineral (N y P) (Testigo), T2- 75 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E  
 T3- 50 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E, T4- 25 % de la fertilización mineral (N y P) + HMA + AZOMEG + FitoMas-E

5. Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Cabrera, A.; Morales, M. y Medina, N. Nuevos aportes a la clasificación de suelos en el ámbito nacional e internacional. En: Problemas actuales de la clasificación de suelos: Énfasis en Cuba. Veracruz: Universidad Veracruzana. México, 2003. 130 p.
6. Ruiz, M. y Carvajal, S. Instrucciones técnicas para la biofertilización con micorrizas, azotobacter y fosforina en fruta bomba, guayaba y aguacate. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, Ciudad de la Habana, Cuba. 2001. 3 p.
7. Lino, B. A.; Arozarena, D. N.; Dibut, A. B.; Ríos, R. Y.; Croche, A. G.; Ortega, G. M. y Fey, G. L. Cultivo asociado de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y quimbombó (*Abelmoschus esculentum* (L) Moench) en condiciones de huerto intensivo: respuesta a la biofertilización múltiples. *Rev. Agrotecnia de Cuba*, 2005, no. 30, p. 1-12.
8. Montano, R. FitoMas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. La Habana, Cuba. 2008. 35 p.
9. Kim, K.; Yim, W.; Trivedi, P.; Madhaiyan, M.; Deka, B. H.; Rashedul, I. M.; Lee, G. y Sa, T. Synergistic effects of inoculating arbuscular mycorrhizal fungi and *Methylobacterium oryzae* strains on growth and nutrient uptake of red pepper (*Capsicum annuum* L.). *Plant Soil*, 2010, no. 327, p. 429-440.
10. Fundora, L. R.; González, J.; Ruiz, L. A. y Cabrera, J. 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*, 2009, vol. 30, no. 3, p. 14-17.
11. Terry, E. y Leyva, A. Evaluación agrobiológica de la coinoculación micorrizas-rizobacterias en tomate. *Agronomía Costarricense*, 2006, vol. 30, no. 1, p. 65-73.
12. Gutjahr, C.; Casieri, L. y Paszkowski, U. *Glomus intraradices* induces changes in root system architecture of rice independently of common symbiosis signaling. *New Phytologist*, 2009, no. 182, p. 829-837.
13. Pentón, G.; Reynaldo, I.; Martín, J. G.; Rivera, R. y Oropesa, K. Uso del EcoMic® y el producto bioactivo Pectimorf® en el establecimiento de dos especies forrajeras. *Pastos y Forrajes*, 2011, vol. 34, no. 3, p. 1-3.
14. Izaguirre-Mayoral, M. L.; Labandera, C. y Sanjuán, J. Biofertilizantes en Iberoamérica: una visión técnica, científica y empresarial. Primera edición. DENAD Internacional S.A. Montevideo, Uruguay. 2007. 98 p.
15. Kaya, C.; Ashraf, M.; Sonmez, O.; Aydemir, S.; Levent, A. y Ali, M. The influence of arbuscular mycorrhizal colonization on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. *Scientia Horticulturae*, 2009, no. 121, p. 1-6.
16. Vallino, M.; Greppi, D.; Novero, M.; Bonfante, P. y Lupotto, E. Rice root colonization by mycorrhizal and endophytic fungi in aerobic soil. *Ann Appl. Biol.* 2009, no. 154, p. 195-204.
17. Novo, S. R. y Hernández, B. J. Historia de la microbiología del suelo en Cuba. Primera edición. Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria, 2009. 34 p. ISBN 978-959-16-1029-4.
18. Chirinos, J.; Leal, A. y Montilla, J. Uso de insumos biológicos como alternativa para la agricultura sostenible en la zona sur del Estado Anzoátegui. *Revista Digital CENIAP HOY*, 2006, no. 11. Depósito legal: 200302AR1449. [Consultado: 8/11/2011]. Disponible en: <[http://www.ceniap.gob.ve/ceniaphoy/articulos/n11/arti/chirinos\\_j.htm](http://www.ceniap.gob.ve/ceniaphoy/articulos/n11/arti/chirinos_j.htm)>.
19. Lino, B. /et al./ Influencia del bioestimulante FitoMas sobre la concentración y efecto de microorganismos rizosféricos de interés agrícola. En: XVI Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. (16: 2008 nov 24-28; INCA, La Habana). *Memorias CD-ROM*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2008. ISBN 978-959-16-0953-3.
20. Martínez-Viera, R.; Dibut, B. y Ríos, Y. Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 3, p. 27-31.

Recibido: 20 de febrero de 2012

Aceptado: 20 de julio de 2012

#### ¿Cómo citar?

Ramos Hernández, Leudiyanes; Arozarena Daza, Noel J.; Reyna García, Yeinier; Telo Crespo, Lázaro; Ramírez Peña, Marcelino; Lescaille Acosta, José y Martín Alonso, Gloria M. Hongos micorrízicos arbusculares, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* y FitoMas-E: una alternativa eficaz para la reducción del consumo de fertilizantes minerales en *Psidium guajava*, L. var. Enana Roja cubana. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 1, p. 5-10.