

**TÍTULO: EFECTIVIDAD DE DIFERENTES MÉTODOS DE INOCULACIÓN DEL
BIOFERTILIZANTE ECOMIC® EN LA PRODUCCIÓN DE SOLANUM
LYCOPERSICON, L. VAR. MAMONAL 21, SOBRE UN SUELO RECULTIVADO
ANTRÓPICO**

Autores: Edenys Miranda Izquierdo¹, Víctor Manuel Vacacela Quizphe², Esteban García Quiñones²

- 1. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", Cuba. Email: emiranda@af.upr.edu.cu*
- 2. Universidad Intercultural de las Nacionalidades y Pueblos Indígenas "Amawtay Wasi" y Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", Cuba.*

Resumen

Con el objetivo de evaluar la efectividad del biofertilizante EcoMic® en sus diferentes métodos de inoculación al cultivo de *S. lycopersicum*, L var. *Mamonal 21* cultivado sobre un suelo Recultivado Antrópico se desarrolló en áreas del Organopónico de la Universidad de Pinar del Río un experimento, estudiándose tres métodos de inoculación del biofertilizante EcoMic® montado sobre un diseño de bloques al azar, el cual constó de 4 tratamientos (incluyendo al testigo) y 3 repeticiones, realizado durante los meses octubre de 2008 hasta marzo de 2009. Se midieron y evaluaron las variables altura de la planta, diámetro del tallo, diámetro ecuatorial y polar del fruto, calidad del fruto, rendimientos en cosecha, volumen radical, grado de infestación de *Meloidogyne spp*, colonización micorrízica, densidad visual y masa de endófito arbuscular. Los resultados obtenidos fueron procesados estadísticamente mediante un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA) y la prueba de Duncan para la comparación de medias, empleándose el procesador SPSS 15.0. Se logra una mejor respuesta sobre las variables morfológicas y productivas con respecto al testigo, destacándose el método mezclado con el suelo (MS); se obtuvo en los tratamientos inoculados una menor incidencia de infestación por *Meloidogyne spp* con respecto al testigo, siendo menos frecuente en mezclado con el suelo (MS); se obtiene un mayor porcentaje de las variables fúngicas de las micorrizas en los tratamientos inoculados y se logró un rendimiento agrícola y un valor de la producción superior al testigo en todos los tratamientos inoculados, sobresaliendo el tratamiento mezclado al suelo (MS).

PALABRAS CLAVES:

Métodos de aplicación; Micorrización; Tomate

Summary

With the objective of evaluating the effectivity of the biofertilizer EcoMic in their different inoculation methods to the cultivation of *S. lycopersicum*, L var. *Mamonal 21* cultivated on a anthropic recultivate soil were developed in areas of the Organopónico of the University of Pinar del Río an experiment, being studied three methods of inoculation of the biofertilizer EcoMic® mounted on a design of randomized blocks, which consisted of 4 treatments (including the witness) and 3 repetitions, carried out during the months october of 2008 until march of 2009. They were measured and they evaluated the different variables, height of the plant, diameter of the shaft, equatorial and polar diameter of the fruit, quality of the fruit, yields in crop, radical volume, and degree of infestation of *Meloidogyne spp*, mycorrhizal colonization, visual density and mass of arbuscular endophyte. The obtained results were processed statistically by means of an analysis of variance of double classification (ANOVA) and the test of Duncan for the comparison of means, being used the processor SPSS 15.0. a better answer is achieved on the variable morphological and productive with regard to the witness, standing out the blended method with the floor (MS); it was obtained in the inoculated treatments a smaller infestation incidence for *Meloidogyne spp* with regard to the witness, being less frequent in blended with the floor (MS).; it is obtained a bigger percentages of the variable fungal of the mycorrhizae in the inoculated treatments and it was achieved an agricultural yield and a value from the superior production to the witness in all the inoculated treatments, standing out the blended treatment to the floor (MS).

KEY WORDS:

Application methods; Mycorrization; Tomato

Introducción

En la actualidad la tendencia de la agricultura se encamina hacia un uso más racional de los recursos básicos en tecnologías, que permitan en ciertas medidas, explotar el suelo sin afectar su equilibrio biológico, tratando de mejorarlos y conservarlos. Esto se puede lograr elaborando alternativas compatibles, como una opción para las presentes y futuras generaciones, contribuyendo de esta forma a disminuir la contaminación de los productos agrícolas garantizando mayor seguridad para la salud de los consumidores. (Gutiérrez, 1994).

Por tales razones, ha resultado imprescindible la búsqueda y evaluación de fuentes alternativas de fertilización que satisfagan las necesidades nutrimentales de los cultivos y que permitan obtener niveles adecuados de rendimiento y calidad de los productos, que posibiliten el ahorro parcial o total de los fertilizantes minerales y permitan incrementar los procesos biológicos en el suelo como índice de sostenibilidad del proceso agrícola. Una de estas alternativas lo constituye el uso de biofertilizantes, práctica agrícola que cada día cobra más fuerza dentro del contexto de la agricultura sustentable o de pocos insumos, debido no solo a su bajo costo de producción sino también a la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables (Altieri, 1997; Fernández et al., 1997; citado por Corbera, 1998).

En Cuba, la utilización de biofertilizantes como el EcoMic® en una gran gama de cultivos, ha contribuido de manera satisfactoria a la reducción parcial del empleo de fertilizantes minerales, no viéndose afectada la calidad biológica de las producciones agrícolas. La presencia de hongos formadores de micorrizas arbusculares en estos productos, resulta de gran interés en la actualidad, por cuanto estos endófitos juegan un papel fundamental sobre la planta huésped al incrementar la adquisición de nutrientes, siendo importante su efecto selectivo sobre el fósforo (Gildon y Tenker, 1983; Saif, 1987, citado por De la Noval et al., 1997).

Son insuficientes los estudios relacionados con la efectividad que brinda el manejo de la biofertilización del cultivo de *S. lycopersicum*, L var. *Mamonal 21* con el producto EcoMic® a través de varios métodos de aplicación sobre un suelo Recultivado Antrópico de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca".

La Hipótesis a demostrar fue la siguiente: si se realiza un buen manejo de la biofertilización del cultivo de *S. lycopersicum*, L var. *Mamonal 21* con el producto EcoMic® a través de varios métodos de aplicación sobre un suelo Recultivado Antrópico, se obtendrá una mayor efectividad sobre las variables morfológicas y productivas de dicho cultivo.

El objetivo general de esta investigación estuvo centrado en evaluar la efectividad del biofertilizante micorrizógeno EcoMic® en sus diferentes métodos de aplicación al cultivo de *S. lycopersicum*, L var. *Mamonal 21* cultivado sobre un suelo Recultivado Antrópico.

Del mismo se derivaron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la efectividad del biofertilizante micorrizógeno EcoMic® en sus diferentes métodos de aplicación sobre ciertos parámetros morfológicos y productivos del cultivo de *S. lycopersicum*, L var. *Mamonal 21*.
- Evaluar la incidencia del biofertilizante micorrizógeno EcoMic® sobre el grado de infestación por *Meloidogyne spp* presente en el suelo Recultivado Antrópico del área de estudio.
- Evaluar la efectividad de la interacción planta-HMA a partir del análisis de algunas variables micorrízicas.
- Valorar económicamente la efectividad de la aplicación del biofertilizante micorrizógeno EcoMic® en sus diferentes métodos de aplicación sobre el cultivo de *S. lycopersicum*, L var. *Mamonal 21*.

Materiales y Métodos

Con el objetivo de evaluar la efectividad del biofertilizante micorrizógeno EcoMic® en sus diferentes métodos de aplicación al cultivo de *S. lycopersicum*, L var. *Mamonal 21* cultivado sobre un suelo Recultivado Antrópico, se desarrolló en el Organopónico de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca" un experimento, donde se estudiaron tres métodos de inoculación del biofertilizante EcoMic® montado sobre un diseño de Bloques al Azar, el cual constó de 4 tratamientos (incluyendo al testigo) y 3 repeticiones, el cual se realizó durante los meses de octubre de 2008 hasta abril de 2009.

Los tratamientos o variantes estudiados en la presente investigación fueron:

1. EcoMic® (Ms) 1 Kg/m²
2. EcoMic® (Ap) 1 Kg/m²
3. EcoMic® (Hs) 1 Kg/m².
4. Testigo. (T)

Legenda:

- Ms= Mezclado con el suelo.
 Ap = Alrededor de la planta.
 Hs= Hilera del surco
 T= Testigo

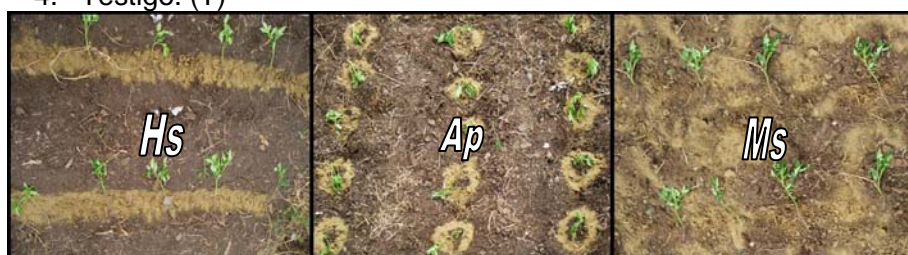
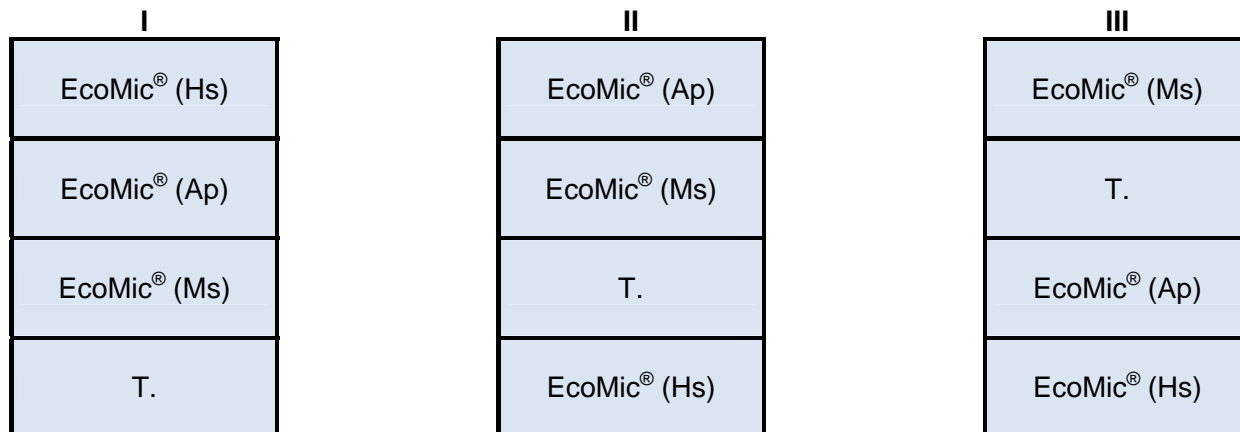


Figura 1. Métodos de aplicación del biofertilizante a base de hongos micorrizógenos (EcoMic®) empleados (Hs= Hilera del surco; AP= Alrededor de la planta; Ms = Mezclado con el suelo).

El esquema del diseño experimental de estudio (Bloques al Azar) es el siguiente:



Los suelos Antrópicos Recultivados (ver Figura 2) ocurren por la influencia del hombre en la aplicación de turba, estiércol, desechos de basura, etc., generalmente en terrenos infértiles. Este material de relleno debe tener las características siguientes:

- Un espesor mayor de 20 cm.
- Un contenido mayor de 2 % de materia orgánica.
- Presencia de muchos fragmentos de piedras, ladrillos, residuos plásticos o de otros materiales de desecho.



Figura 2. Suelo Recultivado Antrópico presente en el área de estudio.

Para demostrar los efectos de la micorriza con el biofertilizante EcoMic® en el cultivo de *S. lycopersicum*, *L. var. Mamonal 21* bajo condiciones de campo en un suelo Recultivado Antrópico se tomaron en consideración los siguientes caracteres morfológicos y productivos del cultivo, además de algunos caracteres fúngicos, los que se describen a continuación:

- **Altura de la planta (cm):** Se determinó por medio de una cinta métrica, siguiendo la metodología descrita por Torrecilla et al., (1980).
- **Diámetro del tallo (cm):** Fue determinado sobre la base del mismo (cuello de la raíz) según metodología descrita por Torrecilla et al., (1980) con el empleo de un Pie de Rey mecánico y metálico, cuya precisión es de 0.05 mm.
- **Diámetro polar del fruto (cm):** Fue determinado tomando 10 frutos por repetición de cada tratamiento, con el empleo de un Pie de Rey mecánico y metálico, cuya precisión es de 0.05 mm.
- **Diámetro ecuatorial del fruto (cm).** Fue determinado tomando 10 frutos por repetición de cada tratamiento, con el empleo de un Pie de Rey mecánico y metálico, cuya precisión es de 0.05 mm.
- **Volumen radical (cm³):** Se determinó este parámetro mediante una probeta (plástica) con un volumen de 1000 ml. La misma se enrasó con agua hasta los 900 ml, introduciendo posteriormente cada sistema radical de las plantas muestreadas por tratamiento hasta que el cuello de la raíz llegara hasta el nivel del enrase de agua prefijado y la diferencia en altura de la lámina de agua se correspondió con el volumen radical, manteniendo siempre el nivel de enrase en la probeta después de realizada cada medición. Se tomaron cinco plantas por repetición de cada tratamiento.
- **Rendimiento agrícola (t/ha):** Este parámetro fue determinado por pesada directa mediante el empleo de una pesa manual, en kg/m², expresado posteriormente en t/ha.
- **Grado de infestación de *Meloidogyne spp* (grados):** Se determinó el grado de infestación inicial en el suelo mediante el método de plantas indicadoras, con cultivares de tomate, y grado de infestación final (a los 80 días DDT); donde se evaluó el sistema radicular en la que se extrajeron 5 plantas por replica. El grado de infestación se evaluó empleando la escala de Zeck descrita por Ciba-Geigy, (1981) y modificada a 6 grados (0-5) por Ayala et al., (2005).
- **Colonización micorrízica (%):** Para las determinaciones se tomaron aproximadamente 200 mg de raicillas por tratamiento que fueron secadas a 70°C, para ser teñidas según la metodología descrita por Phillips y Hayman, (1970). La evaluación se realizó por el método de los interceptos de cuadrantes, desarrollado por Giovanetti y Mosse (1980).
- **Densidad visual (%):** Se realizó según metodología descrita por Trouvelot et al., (1986).
- **Masa de Endófito Arbuscular (mg/g de raíz):** Se aplicó la metodología descrita por Herrera et al., (1995).

Las mediciones y evaluaciones correspondientes a la altura, diámetro del tallo de las plantas muestreadas, se realizaron a los 55 días después del trasplante.

Las evaluaciones correspondientes al diámetro polar y ecuatorial del fruto se realizaron a los 69 días después del trasplante; cabe destacar que las plantas fueron desbotonadas luego de que apareciera el 5^{to} número de inflorescencias.

Para la determinación del rendimiento agrícola (kg.planta^{-1}), se realizó la misma en cuatro momentos del ciclo del cultivo (65; 69, 76 y 80 días después del trasplante), mientras que el volumen radical fue determinado a los 80 días después del trasplante.

Para todos los criterios anteriormente descritos (excepto los rendimientos en cosecha) fueron tomadas 5 plantas por réplica de cada tratamiento.

La valoración económica de los resultados del experimento se realizó por medio de un análisis del rendimiento agrícola del cultivo, cómo varía para cada uno de los tratamientos en donde se inoculó el biofertilizante EcoMic® en los diferentes métodos de aplicación estudiados con respecto al tratamiento testigo.

De igual modo se realizó una valoración sobre el valor de la producción para cada uno de los tratamientos (en $\$.ha^{-1}$: rendimiento del cultivo multiplicado por el precio de venta de una tonelada de producto), y también cómo varía para cada uno de los tratamientos en donde se inoculó el biofertilizante EcoMic® en los diferentes métodos de aplicación estudiados con respecto al tratamiento testigo.

Para el cálculo de estos indicadores, se utilizó como información básica:

1) Precios de producto acopiado ($\$.t^{-1}$), según Listado Oficial de Precios MINAG (Cuba MINAG, 2002).

-Tomate..... 347,80

El procesamiento de los datos obtenidos en el experimento fue efectuado mediante un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA) y con una probabilidad de error del 5 % a partir de los valores medios de cada una de las variantes. Para determinar las diferencias entre las variantes se utilizó la dócima de Rangos Múltiples de Duncan. Se empleó el procesador estadístico SPSS 15.0.

Resultados y Discusión

Una vez realizado el análisis estadístico de cada uno de los caracteres morfológicos y productivos evaluados en el presente trabajo investigativo mediante el empleo del paquete estadístico SPSS 15.0, se apreció en todos los casos diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos para cada una de las variables evaluadas. A continuación se presentan los resultados del análisis estadístico.

En las tablas 1 y 2 se aprecia que el efecto de la micorriza sobre la planta comienza a ser positivo, lo que puede obedecer a sus efectos positivos en la mineralización y/o solubilización de nutrientes de la rizosfera, y en la traslocación y eficiencia en el uso de los nutrientes, lo que coincide con lo planteado por María Hernández, (1998).

Tabla No.1 Resultados morfológicos, productivos y grado de infestación por *Meloidogyne spp* en el cultivo de *S. lycopersicum var. Mamonal 21*.

Tratamientos.	Dm tallo (cm)	Alt planta (cm)	Dm ecuato fruto (cm)	Dm polar fruto (cm)	Vol radical (cm ³)	G.I <i>Meloidogyne spp</i>	Rend (kg.planta ⁻¹)
EcoMic [®] (Ms)1Kg/m ²	1,0807 b	54,33 bc	7,42 a	5,24 a	13,43 a	0,60 b	3,10 a
EcoMic [®] (Ap)1Kg/m ²	1,0820 b	55,00 b	7,57 a	5,29 a	14,16 a	0,33 c	3,02 a
EcoMic [®] (Hs)1Kg/m ²	1,1507 a	60,2 a	7,07 b	5,04 b	14,10 a	0,80 b	3,05 a
Testigo	1,0607 b	50,0 c	6,34 c	4,71 c	15,23 a	1,40 a	2,15 b
EE	0,01	0,24	0,15	0,07	0,59	0,11	0,5
CV (%)	3,98	7,82	7,36	4,99	14,42	2,95	15,7

Leyenda: Ms= Mezclado con el suelo; Ap = Alrededor de la planta; Hs= Hilera del surco. Dm tallo = diámetro del tallo; Alt planta = Altura de la planta; Dm polar fruto = diámetro polar del fruto; Vol radical = volumen radical; G.I *Meloidogyne spp* = grado de infestación por *Meloidogyne spp*; Rend = rendimiento. Letras comunes no difieren para p<0,05 según prueba de rangos múltiples de Duncan.

Tabla No.2 Resultados fúngicos producto de la asociación micorrizica *S. lycopersicum var. Mamonal 21* - EcoMic[®].

Tratamientos.	CM (%)	DV (%)	MEVA (mg.g ⁻¹ raíz)
EcoMic [®] (Ms)1Kg/m ²	51,67 a	1,57 a	2,72 a
EcoMic [®] (Ap)1Kg/m ²	46,50 a	1,49 a	2,64 a
EcoMic [®] (Hs)1Kg/m ²	48,47 a	1,58 a	3,16 a
Testigo	36,0 b	1,29 b	2,39 b
EE	1,89	0,14	0,27
CV (%)	14,36	37,65	38,79

Leyenda: Ms= Mezclado con el suelo; Ap = Alrededor de la planta; Hs= Hilera del surco. CM = colonización micorrizica; DV = densidad visual; MEVA = masa de endófito arbuscular. Letras comunes no difieren para p<0,05 según prueba de rangos múltiples de Duncan.

Martínez, (1994), plantea que los biofertilizantes son recursos biológicos que ayudan o estimulan el desarrollo de los cultivos agrícolas mediante transformaciones de elementos o compuestos que se encuentran en formas no aprovechables, de manera que se conviertan en formas que puedan ser utilizadas mediante la acción de los microorganismos o de asociaciones microorganismos-plantas.

Fernández et al., (1999), por su parte, demostraron que las plantas colonizadas por hongos micorrizicos arbusculares muestran un mayor crecimiento que las no micorrizadas, cuestión que está relacionada con una absorción mejorada de nutrientes y fundamentalmente del fósforo.

Se han demostrado en numerosos estudios que la inoculación con hongos MVA a especies de interés agrícola incrementan la nutrición, crecimiento y productividad de las plantas, y les permite a su vez superar situaciones de estrés biótico y abiótico (Francl, 1993).

Estos resultados coinciden con investigaciones realizadas por María Hernández y Marisa Chailloux, (2004), cuando al aplicar biofertilizantes a base de hongos micorrizógenos con *Glomus mosseae* y *Glomus fasciculatum*, obtuvo respuestas superiores a las variantes testigos fertilizados (T2, T3) (fertilizante nitrogenado) y sin fertilizante (T1) en cuanto al diámetro del tallo.

Los resultados: diámetro ecuatorial, diámetro polar y rendimiento avalan los efectos de la biofertilización en la producción del cultivo, que se traduce en un mejor estado nutricional de la planta y en un incremento del rendimiento e indican una relación entre la eficiencia simbiótica, el crecimiento de las plantas y la absorción de los nutrientes (Rivera *et al.*, 2003). Según Bethenfalvay y Linderman, (1992), las micorrizas incrementan el rendimiento de los cultivos y reducen el consumo de los fertilizantes. Al respecto González *et al.*, (2000), señalan que las micorrizas influyen sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que sus hifas crecen en el suelo, aumentando el volumen de suelo total a explorar, permitiendo la absorción fuera de la zona de agotamiento de las raíces.

Por su parte, Caballero y Martínez, (1995), encontraron resultados similares del rendimiento para el cultivo del tomate, y en este sentido se plantea que la inoculación con biofertilizantes a base HMVA influyen en el rendimiento del mismo, observándose la acción positiva ejercida a partir de un alto porcentaje de colonización, lo que conllevó al efecto agrobiológico, propiciando un estímulo en el rendimiento del cultivo y a una mayor eficiencia en la absorción de los nutrientes (Hernández *et al.*, 2001 y Sánchez 2001),

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares viven en el interior de las raíces de la plantas ocupando un lugar de privilegio dentro de los microorganismos rizosféricos. Desde allí ejercen su influencia sobre la planta y sobre el resto de los microorganismos rizosféricos, tanto benéficos como patógenos (Vega y Rodríguez, 2006).

Las micorrizas también aumentan la resistencia de las plantas al ataque de patógenos (hongos y nematodos) de las raíces, mejoran la absorción del agua y aumentan la resistencia a la sequía, mejoran la resistencia a altas temperaturas y condiciones extremas de acidez o alta salinidad del suelo, influyen sobre la sucesión vegetal tropical y sobre la estabilidad de las comunidades vegetales, mejoran la estructura del suelo y contribuyen a contrarrestar la erosión gracias a la amplia red de micelio que forma en los suelos, contribuyen, en fin, a mejorar en forma determinante el crecimiento y la productividad vegetal (Pérez *et al.*, 2002). Dichos autores afirman además mejoras en el crecimiento en longitud de las raíces cuando se inoculan hongos MA debido a que la secreción de auxinas por parte de los hongos estimula la formación de las raíces principales y laterales. Según Paulitz y Linderman (1991), las infecciones radicales por nematodos son generalmente menores sobre las plantas micorrizadas que sobre plantas no micorrizadas, pero la respuesta puede variar, y los mecanismos involucrados son controversiales. Trabajos que demuestran el beneficio de las micorrizas contra los nematodos son presentados por Pinochet *et al.*, (1995a) y Calvet *et al.*, (1995). Otros (Pinochet *et al.*, 1995b) no demostraron dicha reducción de la infección de nematodos.

Para la valoración del efecto económico de la inoculación del biofertilizante EcoMic® en sus diferentes métodos de aplicación, se realizó un análisis contable teniendo como base los rendimientos alcanzados por el cultivo de *S. lycopersicum*, L (tomate) var. Mamonal, el valor de dichas producciones agrícolas y la variación para cada uno de los tratamientos en donde se inoculó el biofertilizante EcoMic® en los diferentes métodos de aplicación estudiados con respecto al tratamiento testigo.

En la siguiente **tabla 3** se resume la valoración económica realizada a la presente investigación.

Tabla No. 3. Valoración económica de la investigación.

Tratamientos	Rendimiento (t.ha ⁻¹)	Variación (t.ha ⁻¹)	Valor de la producción (\$) MN	Variación (\$) MN
EcoMic [®] (Ms)1Kg/m ²	48,3	8,9	16 798,74	3 095,42
EcoMic [®] (Ap)1Kg/m ²	53,6	14,2	18 642,88	4939,56
EcoMic [®] (Hs)1Kg/m ²	54,14	14,74	18 829,89	5 126,59
Testigo	39,4	-	13 703,32	-

Leyenda: Ms= Mezclado con el suelo; Ap = Alrededor de la planta; Hs= Hilera del surco.

Los resultados de la valoración económica que se muestran en la tabla 3 reflejan que en los tratamientos donde se inoculó el biofertilizante EcoMic[®] en sus diferentes métodos de aplicación, muestra un rendimiento agrícola superior al tratamiento testigo. Esto se evidencia en el hecho de que el tratamiento EcoMic[®] aplicado en la hilera del surco de trasplante (HS) alcanzó un rendimiento superior al testigo en 8,9 t/ha; para el tratamiento EcoMic[®] aplicado alrededor de la planta (Ap) su rendimiento fue superior al testigo en 14,2 t/ha; mientras que para el tratamiento EcoMic[®] aplicado mezclado con el suelo (MS) se refleja un rendimiento superior al testigo en 14,74 t/ha, siendo éste último el que mejores resultados mostró en cuanto al rendimiento agrícola.

Producto de lo anterior, cuando se analiza el valor de la producción se aprecia que, de forma similar, existe un comportamiento superior en los tratamientos donde se inoculó el biofertilizante EcoMic[®]. Por tanto, es de apreciarse que en el tratamiento EcoMic[®] aplicado en la hilera del surco de trasplante (HS) se obtuvo un valor de la producción superior al testigo en \$ 3 095,42 MN; para el tratamiento EcoMic[®] aplicado alrededor de la planta (Ap) su valor de la producción fue superior al testigo en \$ 4 939,56 MN, mientras que para el tratamiento EcoMic[®] aplicado mezclado con el suelo (MS) se aprecia un valor de la producción superior al testigo en \$ 5 126,59 MN, siendo éste último el que mejores resultados mostró en cuanto al valor de la producción.

Guzmán, (1996), citado por María Hernández, (2000), señala que un aspecto importante lo constituye el hecho del valor de los biofertilizantes como contribuyente dentro de un sistema agrario cuyo objetivo fundamental es la obtención de alimentos de máxima calidad nutritiva, sanitaria y organoléptica, el cuidado al medio ambiente y la conservación de la fertilidad de los suelos mediante la utilización óptima de los recursos naturales, evitando todas las formas de contaminación que pueden resultar del empleo de los abonos sintéticos. Los biofertilizantes son uno de los puntales de la agricultura orgánica. Guerrero, (1996), manifiesta además que el uso práctico de los biofertilizantes encaja dentro de una agricultura de gestión biológica dirigida a obtener una producción sostenida, ya que estos microorganismos son mediadores biológicos de la nutrición vegetal capaces de aprovechar más eficientemente los nutrientes del suelo y no son sucedáneos sino complementarios de los fertilizantes químicos.

Puede considerarse además que, desde el punto de vista social, es un resultado relevante, ya que permite preservar los recursos naturales de una forma ecológicamente sostenible, al lograrse mediante la vía de introducción de los biofertilizantes, disminuir el consumo de fertilizantes químicos los que contribuyen en la actualidad a la contaminación del suelo y el manto freático por el uso indiscriminado que se hace de ellos.

Conclusiones

- A partir del análisis de la dinámica de crecimiento y desarrollo del cultivo de *S. lycopersicum*, L var *Mamonal 21* para las condiciones de estudio, se logra una mejor respuesta sobre las variables morfológicas y productivas altura de la planta, diámetro del tallo, diámetros ecuatorial y polar del fruto, calidad del fruto, volumen radical y rendimiento agrícola en los tratamientos donde se aplicó en diferentes métodos el biofertilizante micorrizógeno EcoMic[®] con respecto al tratamiento testigo, con un destaque para el tratamiento bajo el método mezclado con el suelo (MS).
- Al aplicarse EcoMic[®] al cultivo de *S. lycopersicum*, L var *Mamonal 21* en los diferentes métodos estudiados se obtuvo una menor incidencia de infestación por *Meloidogyne spp* con respecto al tratamiento testigo cuyo grado medio de infestación fue de 2,24, siendo menos frecuente en las aplicaciones mezclado con el suelo (MS).
- Con la aplicación de EcoMic[®] mezclado con el suelo (MS) al cultivo de *S. lycopersicum*, L var *Mamonal 21* se obtiene el mayor porcentaje de colonización micorrizógena con un valor medio de 51,67 %, siendo mayor la intensidad infectiva para el tratamiento donde se inoculó en la hilera del surco (HS) cuyo valor medio de la masa de endófito arbuscular fue de 3,16 mg/g de raíz.
- Se logró un rendimiento agrícola superior al testigo en todos los tratamientos donde se inoculó EcoMic[®] en sus diferentes métodos de aplicación, sobresaliendo el tratamiento EcoMic[®] aplicado mezclado al suelo (MS) en el cual se obtuvo un rendimiento agrícola y un valor de producción superior al testigo en 14,74 t/ha y \$ 5 126,59 MN, respectivamente.

Bibliografía

- Altieri, M.A. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. CLADES. ACAO. Tercera edición. p 249. La Habana. 1997.
- Corbera, J. y Annia Hernández. Evaluación de la asociación HMA-RHIZOBIUM sobre el crecimiento y rendimiento de la soya (*Glicine Max. L.*). Cultivos Tropicales 18(1): 10-12. 1997.
- Fernández, F.; Rivera, R.; Noval, B. Metodología de recubrimiento de semillas con inoculo micorrizógeno. (Patente Cubana No 22641). 1999.
- Francl, A. La Simbiosis micorrizica Endótrofa Vesículo – Arbuscular. En Boletín de Reseñas Forestales. No. 8. p.20. 1993.
- Gianinazzi, S. A. Arbuscular mycorrhizal fungi in plant production of temperate agrosystems. *En: GRIT.-REV.BIOTECHNOL.* Francia. Vol.15. No. 3-4, p. 305-11. 1995.
- Gutiérrez. P. Lo viejo y lo nuevo. Un concepto se abre paso para conjugar las técnicas tradicionales y modernas. 1994.
 - Phillips, J. M. Y Hayman D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular - arbuscular Mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. British Micol. Soc* 55, 158 - 161. 1970.
- Rivera, R. El manejo efectivo de la simbiosis micorrizica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe. p 166 . 2003.
- Rivera,R y L. Ruiz. Efectividad de la simbiosis micorrizica, suministro de nutrientes y nutrición de las plantas. XV Evento Latinoamericano de ciencia del suelo. Sociedad Cubana de la ciencia del suelo boletin #4. p 113. 2001.
- Sánchez, E. Uso y manejo de los hongos micorrizógenos arbusculares y los abonos verdes en la producción de posturas de cafeto (*Coffea arabica L*) en tres tipos de suelos representativos del macizo Guamuhaia . Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INCA, La Habana. 2001.