

EFECTO DE LAS MICORRIZAS Y BIOPLAGUICIDAS SOBRE CULTIVARES DE RAICES Y TUBERCULOS EN UN SUELO PARDO MULLIDO CARBONATADO

Luis Ruiz Martínez^{1*}, Dinorah Carvajal Sánchez¹, Ernesto Espinosa Cuellar¹, Jaime Simó González¹, Ramón Rivera Espinosa², Alberto Espinosa Cuellar¹

1. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba, CP: 53 000.

2. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba

*Autor para la correspondencia: ccientifico@inivit.cu

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto combinado de la micorrizas (*EcoMic*[®]) y los bioplaguicidas sobre el rendimiento y la bioprotección contra algunas plagas y enfermedades en yuca, boniato, malanga y papa, se desarrolló esta investigación, la que se ejecutó en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), sobre un suelo Pardo mullido carbonatado de fertilidad media. Se evaluó el rendimiento comercial, el porcentaje de colonización de HMA (*Glomus intraradices* Berliner) en las raíces de los cultivos y el efecto sobre la incidencia de plagas y enfermedades. Los mejores tratamientos fueron 25 % de NPK + *G. intraradices* + *Bacillus thuringiensis* en yuca que alcanzó un rendimiento de 31,0 t.ha⁻¹, una colonización por HMA de 89,2 % y una eficiencia del 91 % del producto en el control de la plaga Primavera de la yuca (*Erinnyis ello* L.); en boniato fue 50 % de NPK + *G. intraradices* + *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. con 29,2 t.ha⁻¹, 64,2 % de colonización y una disminución de la incidencia de la plaga Tetuán del boniato (*Cylas formicarius* F.) hasta el 2,6 %; en malanga *Xanthosoma* fue 50 % de NPK + *G. intraradices* + *Trichoderma sp.* con 33,8 t.ha⁻¹, una colonización por HMA de 79,5 % y una baja incidencia de la enfermedad Pudrición seca de la malanga de 4,1 % y en papa fue 75 % de NPK + *G. intraradices* + *Trichoderma sp.* con 28,4 t.ha⁻¹, 50,0 % de colonización y un apoyo considerable en la reducción de los hongos indeseables del suelo.

Palabras clave: Bioplaguicidas, *EcoMic*[®], Raíces y tubérculos

EFFECT OF MYCORRHIZAE AND BIOPESTICIDES ON ROOT AND TUBER CULTIVARS IN A CARBONATED SOFT BROWN SOIL

ABSTRACT

In order to determine the combined effect of mycorrhizae (*EcoMic*[®]) and biopesticides on yield and bio-protection against some pests and diseases in cassava, sweet potato, aroids and potatoes, a research was conducted at the Research Institute of Tropical Root and Tuber Crops (INIVIT) on a Carbonated soft brown soil of medium fertility. The commercial yield, the percentage of AMF colonization (*G. intraradices*) on crop roots and the effect on the incidence of pests and diseases were evaluated. The best treatments were 25 % NPK + *G. intraradices* + *Bacillus thuringiensis* in cassava with a commercial yield of 31,0 t.ha⁻¹, 89,2 % of colonization of HMA and an efficiency of 91% of the product in the control of cassava hornworm (*Erinnyis ello* (L)); in sweet potato 50 % NPK + *G. intraradices* + *Beauveria bassiana* with 29.2 t.ha⁻¹, 64,2 % colonization and

a decrease in the incidence of sweet potato weevil (*Cylas formicarius* F.) up to 2,6 %; in Xanthosoma 50 % NPK + *G. intraradices* + *Trichoderma* sp. with 33,8 t ha⁻¹, an AMF colonization of 79,5 % and a low incidence of dry rot disease of 4,1% and in potatoes 75 % NPK + *G. intraradices* + *Trichoderma* sp. with 28,4 t ha⁻¹, 50,0 % colonization and a considerable support in reducing the undesirable soil fungi.

Keywords: Biopesticides, EcoMic®, Roots and tubers

INTRODUCCION

La aplicación conjunta de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) y bioplaguicidas y sus interacciones es un tema complejo y poco abordado a nivel internacional y en Cuba, sobre todo en las raíces y tubérculos (Ruiz *et al.*, 2012).

Sin embargo, constituye un aspecto de gran importancia e interés para el país, ya que la aplicación combinada tiene un efecto integral sobre los cultivos, por el papel que juegan en el mejoramiento de la calidad de los productos cosechados, que justifican los costos de aplicación. Es por eso, que en los últimos 10 años y quizás antes, la producción de bioplaguicidas para el control de plagas y enfermedades se ha incrementado considerablemente con efectos muy beneficiosos y que han sido probados científica y prácticamente (Ruiz *et al.*, 2012).

En Cuba existen más 240 Centros Reproductores de Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) que producen una importante gama de bioplaguicidas, cuyos volúmenes tienen gran cobertura en la agricultura, donde las raíces y tubérculos no están exentos.

Los antecedentes sobre este aspecto en la literatura son limitados y se realizan reportes aislados por algunos autores (Ingham y Molina, 1991; Stefanova *et al.*, 1995; Ruiz Martínez, 1995).

El trabajo tiene como objetivo determinar el efecto combinado de la micorrizas (*EcoMic*®) y los bioplaguicidas sobre el rendimiento y la bioprotección contra algunas plagas y enfermedades en yuca, boniato, malanga y papa.

MATERIALES Y METODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en áreas del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), ubicado a 22° 35'N, 80° 18'W y a 40 msnm en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. La temperatura y precipitación media anual de los últimos cinco años correspondieron a 24,2°C y 1430 mm, respectivamente.

El suelo es Pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 1999), con pH-H₂O entre 7,3 y 8,4, contenidos medios de fósforo y potasio disponibles entre 36 mg.kg y 0,75 cmol.kg⁻¹ respectivamente, y una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) de alrededor 50 cmol.kg⁻¹. La materia orgánica entre 1,8 y 2,4 % indicativa de cierta degradación; su fertilidad química de acuerdo con su CIC se puede considerar de media a alta.

• **Tratamientos evaluados:**

No.	Yuca	Boniato	Malanga <i>Xanthosoma</i>	Papa
1	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo
2	25 % de NPK + HMA (<i>G. intraradices</i>)	50 % de NPK + HMA (<i>G. intraradices</i>)	50 % de NPK + HMA (<i>G. intraradices</i>)	75 % de NPK + HMA (<i>G. intraradices</i>)
3	25 % de NPK + <i>B. thuringiensis</i>	50 % de NPK + <i>B. bassiana</i>	50 % de NPK + <i>Trichoderma sp.</i>	75 % de NPK + <i>Trichoderma sp.</i>
4	25 % de NPK + <i>G. intraradices</i> + <i>B. thuringiensis</i>	50 % de NPK + <i>G. intraradices</i> + <i>B. bassiana</i>	50 % de NPK + <i>G. intraradices</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	75 % de NPK + <i>G. intraradices</i> + <i>Trichoderma sp.</i>

• **Clones:** yuca ('Señorita'), boniato ('CEMSA 78-354'), malanga *Xanthosoma* ('México 8') y papa ('Romano')

• **Especie de HMA:** *Glomus intraradices*

• **Método de inoculación con micorrizas:** Recubrimiento de las "semillas" con una solución de 0,125kg. 600 ml H₂O, equivalente a una dosis de 22,0 kg.ha⁻¹.

• **Evaluaciones realizadas:**

1. Rendimiento comercial (t.ha⁻¹): se obtuvo a través de la cosecha, la que se realizó a los 11 meses para la yuca, 120 días para el boniato, 12 meses para la malanga *Xanthosoma* y 90 días para la papa. Se evaluó el peso de las raíces o tubérculos por unidad de área, según el cultivo.
2. Colonización de raíces con HMA (Col), expresada en %: se realizó a los 90 días de la plantación, tomando una muestra de raíces finas por planta y utilizando la técnica de tinción según Phillips y Hayman (1970).
3. Incidencia de plagas y enfermedades (%). Se evaluó durante todo el ciclo del cultivo. Se utilizaron diseños experimentales de Bloque al azar. Los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza de clasificación simple y la comparación múltiple de medias se realizó según Tukey (Lerch, 1977).

RESULTADOS Y DISCUSION

En las Tablas 1, 2, 3 y 4 se presenta el efecto combinado de la micorrizas (*EcoMic*[®]) y los bioplaguicidas sobre el rendimiento, la colonización por HMA y la bioprotección contra algunas plagas y enfermedades en yuca, boniato, malanga y papa.

Para la yuca (Tabla 1), el uso combinado de 25 % de NPK + *G. intraradices* + *B. thuringiensis* alcanzó un rendimiento de 31,0 t.ha⁻¹, una colonización por HMA de 89,2 % y una eficiencia del 91 % del producto en el control de la plaga Primavera de la yuca (*Erinnyis ello* L.).

El testigo y el tratamiento con 25 % de NPK + *B. thuringiensis* produjeron rendimientos significativamente inferiores por ser los menos beneficiados desde el punto de vista nutricional, debido a los bajos porcentajes de colonización producidos por los HMA nativos de poca eficiencia.

TABLA 1. Efecto combinado de la micorrizas (*EcoMic*[®]) y *B. thuringiensis* sobre el cultivo de la yuca

Tratamiento	Rdto. (t.ha ⁻¹)	Col. raíces por HMA (%)	Control plaga (%)
Testigo	22,1 c	18,8 b	40 d
25 % de NPK + HMA (<i>G. intraradices</i>)	28,9 a	86,7 a	62 c
25 % de NPK + <i>B. thuringiensis</i>	24,6 b	19,4 b	88 a
25 % de NPK + <i>G. intraradices</i> + <i>B. thuring.</i>	31,0 a	89,2 a	91 a
ES ±	0,60*	0,17*	1,41*
CV (%)	20,0	13,1	12,2

* Medias sin letras en común por filas o columnas, difieren para $p < 0,05$.

El boniato (Tabla 2), tuvo un comportamiento similar, donde 50 % de NPK + *G. intraradices* + *B. bassiana* logró rendimientos de 29,2 t.ha⁻¹, colonización en las raíces con HMA de 64,2 % y una disminución de la incidencia de la plaga Tetuán del boniato (*C. formicarius* F.) hasta el 2,6 %; y sin diferencias significativas ($P < 0,05$) con la aplicación de 50 % de NPK + HMA (*G. intraradices*) para el rendimiento y la colonización de las raíces (31,0 t.ha⁻¹ y 66,5 %); pero sí con el testigo y el tratamiento 50 % de NPK + *B. bassiana* que produjeron los valores más bajos, debido a que son los tratamientos menos beneficiados por la simbiosis, ya que sólo cuentan con el efecto de los HMA nativos que son menos eficientes que la cepa *G. intraradices* inoculada.

TABLA 2. Efecto combinado de la micorrizas (*EcoMic*[®]) y *B. bassiana* sobre el cultivo del boniato

Tratamiento	Rdto. (t.ha ⁻¹)	Col. raíces por HMA (%)	Control plaga (%)
Testigo	19,4 b	13,5 b	30,0 c
50 % de NPK + HMA (<i>G. intraradices</i>)	31,0 a	66,5 a	10,2 b
50 % de NPK + <i>B. bassiana</i>	20,1 b	13,7 b	3,8 a
50 % de NPK + <i>G. intraradices</i> + <i>B. bassiana</i>	29,2 a	64,2 a	2,6 a
ES ±	0,27*	0,17*	0,82*
CV (%)	12,0	13,5	9,0

* Medias sin letras en común por filas o columnas, difieren para $p < 0,05$.

En malanga *Xanthosoma* (Tabla 3) el mejor tratamiento fue 50 % de NPK + *G. intraradices* + *Trichoderma* sp. con 33,8 t.ha⁻¹, una colonización por HMA de 79,5 % y una baja incidencia de la enfermedad Pudrición seca de la malanga de 4,1 %; sin diferencias significativas con 50 % de NPK + HMA (*G. intraradices*) (33,5 t.ha⁻¹ y 80,2 %), pero si con resto.

TABLA 3. Efecto combinado de la micorrizas (*EcoMic*[®]) y *Trichoderma sp.* sobre el cultivo de la malanga *Xanthosoma*

Tratamiento	Rdto. (t.ha ⁻¹)	Col. raíces por HMA (%)	Incidencia enferm. (%)
Testigo	26,7 c	14,0 b	23,9 c
50 % de NPK + HMA (<i>G. intraradices</i>)	33,5 a	80,2 a	10,1 b
50 % de NPK + <i>Trichoderma sp.</i>	30,6 b	12,0 b	6,1 a
50 % de NPK + <i>G. intraradices</i> + <i>Trichoder. sp.</i>	33,8 a	79,5 a	4,1 a
ES ±	0,12*	0,18*	0,24*
CV (%)	7,7	12,2	9,6

* Medias sin letras en común por filas o columnas, difieren para $p < 0,05$.

Para la papa (Tabla 4), el uso combinado de 75 % de NPK, la cepa *G. intraradices* y el *Trichoderma sp.* permitieron rendimientos del orden de los 28,4 8 t.ha⁻¹ y colonización de HMA de 50,0 %, sin diferencia significativa ($P < 0,05$) con la aplicación de 75 % de NPK + HMA (*G. intraradices*) (29,0 t.ha⁻¹ y 51 %), lo que indica que la aplicación conjunta con el bioplaguicida no produjo afectación en la eficiencia de los HMA.

El testigo y el tratamiento con *Trichoderma sp.* produjeron rendimientos significativamente inferiores por ser los menos beneficiados desde el punto de vista nutricional, debido a los bajos porcentajes de colonización producidos por los HMA nativos de poca eficiencia.

Hay que señalar que los tratamientos con la aplicación de los bioplaguicidas solos prácticamente no incrementaron los rendimientos sobre el testigo, ya que su función es el control de plagas como parte de un Manejo Integrado de Plagas (MIP), que por lo general afectan la calidad del producto cosechado y no el rendimiento, como es el caso del Tetuán del boniato (Castellón y col., 2001).

Con relación a la acción conjunta de los HMA y los bioplaguicidas existen escasos reportes, no obstante los resultados obtenidos en este trabajo coinciden en gran medida con respecto al incremento de los rendimientos, el beneficio sobre la calidad de los productos cosechados y la compatibilidad con el uso combinado de los diferentes microorganismos; con los informados por Ingham y Molina, 1991; Stefanova y col., 1995; Ruiz Martínez, 1995; Ruiz y col., 2012; Espinosa, 2013)

TABLA 4. Efecto combinado de la micorrizas (*EcoMic*[®]) y *Trichoderma sp.* sobre el cultivo de la papa

Tratamiento	Rdto. (t.ha ⁻¹)	Col. raíces por HMA (%)
Testigo	20,3 b	9,5 b
75 % de NPK + HMA (<i>G. intraradices</i>)	29,0 a	51,0 a
75 % de NPK + <i>Trichoderma sp.</i>	21,5 b	8,1 b
75 % de NPK + <i>G. intraradices</i> + <i>Trichoder. sp.</i>	28,4 a	50,0 a
ES ±	0,30*	0,18*
CV (%)	4,3	18,0

* Medias sin letras en común por filas o columnas, difieren para $p < 0,05$.

CONCLUSIONES

El uso combinado de la dosis óptima del fertilizante mineral, la cepa eficiente de HMA y el bioplaguicida idóneo para el control de la plaga para cada uno de los cultivos evaluados, produjo un incremento significativo de los rendimientos y un adecuado control de la plaga.

Se logró buena compatibilidad entre la cepa de HMA y los bioplaguicidas utilizados.

BIBLIOGRAFIA

- CASTELLÓN; M. C; A. MORALES; L. MORALES; N. MAZA, D. RODRÍGUEZ; J. ALCÁZAR. 2001. Componentes para el manejo Integrado del camote *en*: Manejo Integrado del Gorgojo del Camote o Tetuán del boniato, *Cylas formicarius* (Fab.), en Cuba. Fausto Cisneros y Jesús Alcanzar, eds. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima. Perú. 38 p.
- ESPINOSA; E. 2013. Manejo Agrotécnico del cultivo de la malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott y *Colocasia esculenta* Schott) para el combate de las pudriciones secas. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 100 p.
- HERNANDEZ; A.; J. M. PEREZ JIMENEZ; D. BOSCH INFANTE y L. RIVERO. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba.-- Ciudad de la Habana: AGRINFOR.-- 64 p.
- INGHAM; E. R. y R. MOLINA. 1991. Interactions among mycorrhizal fungi, rhizosphere organisms and plants. In: Microbiol mediation of plant-herbivore interactions USA: Ed. by P. Barbosa, Vera A. Krischik and C. G. Jones. p. 169- 197.
- LERCH, G. 1977. La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas.-- La Habana: Ed. Científico Técnica. p. 302.
- PHILLIPS; D.M. y D.S. HAYMAN. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **Trans. Br. Mycol. Soc.**, 55: 158-161.
- RUIZ MARTINEZ, L. 1995. Compatibilidad de las micorrizas VA con cuatro bioplaguicidas. Resúmenes de III Encuentro Nacional de Bioplaguicidas y EXPO-CREE.-- Ciudad de La Habana: INISAV.-- p. 75.
- RUIZ MARTINEZ, L. 2001. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos mullidos carbonatados y Ferralíticos Rojos de la región central de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.-- La Habana: INCA.-- 100 p.
- RUIZ, L; J. SIMO Y R. RIVERA. 2012. Las micorrizas en cultivos tropicales. Una contribución a la sostenibilidad agroalimentaria. Editorial Académica Española, ISBN: 978-3-8484-5382-5, 239 p.
- STEFANOVA, M.; I. SANDOVAL y A. FERNANDEZ. 1995. Compatibilidad entre cepas de *Trichoderma* spp. y agentes bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes. Memorias del III Encuentro Nacional Científico Técnico de Bioplaguicidas y EXPOCREE.-- Ciudad de La Habana: INISAV.-- p. 46.