



LA EFECTIVIDAD DEL BIOFERTILIZANTE ECOMIC[®] EN EL CULTIVO DE LA YUCA. RESULTADOS DE LAS CAMPAÑAS DE EXTENSIONES CON PRODUCTORES

Effectiveness of Ecomic[®] AFM biofertilizer in cassava (*Manihot sculenta* L.). Results of extensive field trials with farmers

Ramón Rivera Espinosa[✉], Luis Ruíz Martínez, Manuel Riera Nelson, Jaime Simó González, Luis R. Fundora Sánchez, Alfredo Calderón Puig, José V. Martín Cárdenas, Yosnel Marrero Cruz y José P. Joao

ABSTRACT. Taking into account the positive and reproducible experimental results founded with the application of EcoMic[®], trough coating the vegetative seed tips of cassava with the arbuscular mycorrhizal fungal (AMF) biofertilizer, at doses of 10-13 kg.ha⁻¹, two extensive field trials were conducted during 2007-2010 period, in order to test the feasibility of this application mode at a production scale. The trials were developed in 31 farms in Guantánamo, Cienfuegos, Villa Clara, Matanzas and Mayabeque provinces. An inoculated treatment and a control without inoculation were evaluated in surfaces of 0.5 to 1 ha, for all sites. Clones of cassava of different cycle, medium and large were used. Cassava tips seeds were inoculated with *G. cubense* and *G. intraradices* AMF strains, depending of the soil type. In all cases, positive and significant responses were found on cassava yields, quantified around 32,6 % or 4,7 t.ha⁻¹ increment over the control. In 97 % of the trial yield increments were higher than 10 % and in 70 % of the trials were higher than 25 %. The same positive response was found in both experimental years independently of soil type. The feasibility of cassava inoculation with this AMF strains trough the recovering of tips seeds was demonstrated in this study.

RESUMEN. A partir de los positivos y reproducibles resultados experimentales encontrados con la aplicación localizada del biofertilizante micorrízico EcoMic[®], vía recubrimiento localizado en las puntas de las semillas, con dosis de 10 a 13 kg.ha⁻¹ dependientes de la densidad de plantación, se ejecutaron dos campañas de extensiones durante el periodo 2007-2010, con el objetivo de comprobar la factibilidad de esta forma de aplicación a escala productiva. Las extensiones se ejecutaron en 31 dependencias productivas pertenecientes a las provincias de Guantánamo, Cienfuegos, Villa Clara, Matanzas y Mayabeque. En todos los casos se seleccionaron áreas entre 0,5 y 1 ha y se compararon dos tratamientos, con aplicación de EcoMic[®] y un testigo sin inoculación. Se trabajó tanto con clones de ciclo medio como de ciclo largo. Se aplicaron las cepas eficientes de HMA en base a los criterios de efectividad por tipo de suelo, inoculándose la cepa *G. hoi like* para suelos Ferralíticos Rojos, Aluviales y Pardos sin carbonatos y la cepa *G. intraradices* para suelos Pardos mullidos carbonatados. En las 31 localidades se encontró siempre un efecto positivo y significativo de la inoculación sobre el rendimiento, con un incremento promedio de 4.7 t.ha⁻¹ que equivale a un 32.6 % de incremento sobre el tratamiento testigo. El efecto positivo se encontró en cualquiera de las dos campañas, tanto en clones de ciclo medio (34.7 %), como en clones de ciclo largo (30.7 %), así como en cualquiera de los suelos estudiados. Los resultados de estas campañas de extensiones demostraron consistentes beneficios sobre el rendimiento y por tanto la factibilidad de la inoculación de la yuca con el biofertilizante EcoMic[®], a escala productiva.

Key words: vesicular arbuscular mycorrhizae, cassava, yield, Ecomic[®]

Palabras clave: micorrizas arbusculares vesiculares, mandioca, rendimiento, Ecomic[®]

Dr.C. Ramón Rivera Espinosa, Investigador Titular; M.Sc. Luis R. Fundora Sánchez, Aspirante Investigador; M.Sc. Alfredo Calderón Puig; José V. Martín Cárdenas; M.Sc. Yosnel Marrero Cruz, Especialistas del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional Ciencias Agrícolas, gaveta postal 1, San José de las Lajas,

Mayabeque, Cuba, CP 32700; Dr.C. Luis Ruiz Martínez, Investigador Titular y M.Sc. Jaime Simó González, Instituto Nacional de Viandas Tropicales (INIVIT), Dr.C. Manuel Riera Nelson, Universidad de Guantánamo; M.Sc. José P. Joao, Universidad «Agostino Neto», Angola.
✉ rrivera@inca.edu.cu

INTRODUCCIÓN

En el mundo, la yuca es el cuarto producto alimenticio básico en importancia después del arroz, trigo y maíz y forma parte de la dieta de más de 1000 millones de personas (1), no siendo Cuba una excepción y se prevé un incremento en la superficie del cultivo durante los próximos años (2).

Es un cultivo muy dependiente de la micorrización (3) y en la última década del siglo pasado se comenzaron a obtener en Cuba, muy buenos resultados experimentales con la inoculación de cepas eficientes de HMA en este cultivo, garantizando altos rendimientos y disminución de los requerimientos de fertilizantes minerales (4); no obstante, los primeros trabajos (5) se ejecutaron aplicando altas cantidades de inoculante, del orden de 50 g.semilla⁻¹ (550 kg.ha⁻¹), que impedían una introducción del resultado en la producción agrícola. En estos trabajos asimismo se encontró, que el criterio para la recomendación de cepas eficientes HMA lo era el tipo de suelo.

En función de buscar una metodología de aplicación para el cultivo que permitiera garantizar la inoculación de cepas eficientes de HMA con bajas dosis de inoculante.ha⁻¹, se desarrolló durante el periodo 2004-2006 un efectivo método de aplicación recubriendo solo las puntas de las semillas vegetativas (estacas), el cual no solo garantizó los satisfactorios beneficios de la micorrización con cepas eficientes de HMA, sino que se logró con dosis relativamente bajas de inoculante.ha⁻¹ (10 a 13 kg.ha⁻¹) (6, 7) y extiende a los cultivos que se siembran con semilla vegetativa, los beneficios del método de recubrimiento de la semilla, inicialmente desarrollado para granos (8).

Los trabajos experimentales realizados en Cuba se han ejecutado tanto con el clon «Señorita» representativo del ciclo largo, como con el clon CMC-40, representativo del ciclo medio, con efectos beneficiosos y similares en

ambos casos (5, 6, 7), siendo estos clones los más usados comercialmente en el país; no obstante, los productores utilizan otro grupo de clones sobre los cuales resulta de interés evaluar si se mantienen o no los efectos de la inoculación de cepas eficientes sobre el rendimiento de los mismos.

Por tanto, en el periodo 2007-2010 y en el marco de la Red de «Manejo de la Simbiosis Micorrízica en Agroecosistemas», se ejecutaron dos campañas de extensiones con los objetivos de evaluar la factibilidad y el beneficio de la aplicación del biofertilizante EcoMic® aplicado recubriendo las puntas de las semillas vegetativas (estacas) en el momento de la plantación, en las condiciones de producción típicas del país con baja o ninguna utilización de fertilizantes minerales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 31 dependencias productivas en cinco provincias, Guantánamo, Cienfuegos, Villa Clara, Matanzas y La Habana representativas de las condiciones del cultivo en el país. En la primera campaña se trabajó en 15 de estas dependencias (Tabla I) y en la segunda campaña en las restantes 16 (Tabla II).

En la primera campaña, las extensiones se sembraron entre noviembre 2007 y marzo 2008, con el grueso de ellas en el año 2008 y en la segunda campaña todas se sembraron en el primer trimestre del año 2009. El 94 % de las extensiones se sembraron entre noviembre y marzo, en fecha adecuada de acuerdo con las cartas tecnológicas del cultivo (9) y solo dos se extendieron hasta los primeros 10 días de abril, mostrando una buena disciplina tecnológica por estos productores. Los tipos de suelos que correspondieron a cada dependencia se presentan en las Tablas I y II, el grueso de los cuales fueron Ferralíticos Rojos y Pardos Mullidos carbonatados (10).

Tabla I. Características de las extensiones realizadas en la campaña 2007-2008

	Dependencia	Provincia	Tipo de suelo*	Ciclo del clon	Clon	Fecha de siembra	Fecha de cosecha
1	Granja Hortícola	Cienfuegos	Ferralítico Rojo	medio	CEMSA 74-6329	15/2/2008	20/12/2008
2	UBPC J. Abrahantes	Habana	Ferralítico Rojo desaturado	medio	CMC-40	1/12/2007	1/7/2008
3	CCSR. Balboa	Cienfuegos	Pardo	largo	INIVIT Y94-1	15/12/2007	15/11/2008
4	UBPC J. A. Fdez.	Habana	Ferralítico Rojo	largo	SEÑORITA	13/2/2008	15/11/2008
5	UBPC La Modelo	Cienfuegos	Pardo Mullido Carbonatado	largo	SEÑORITA	1/3/2008	1/3/2009
6	CCS J. Menéndez	Cienfuegos	Húmico calcimórfico	largo	SEÑORITA	15/12/2007	30/11/2008
7	ECV Sagua	Villa Clara	Ferralítico Rojo	largo	INIVIT Y93-4	1/11/2007	1/11/2008
8	Empresa Integral Matanzas	Matanzas	Ferralítico Rojo	medio	CEMSA 74-6329	5/12/2007	5/10/2008
9	CPA J. Pino Machado	Villa Clara	Pardo Mullido Carbonatado	medio	CMC-40	15/11/2007	15/7/2008
10	Finca Semilla La "Fuerte"	Villa Clara	Ferralítico Rojo	medio	CEMSA 74-6329	1/11/2007	1/10/2008
11	CCS 9 de Abril	Habana	Ferralítico Rojo	medio	CMC-40	16/1/2008	1/9/2008
12	CCS 28 de Octubre	Habana	Ferralítico Rojo	medio	CMC-40	1/4/2008	29/12/2008
13	UBPC Batalla del Jobito	Guantánamo	Pardo Grisáceo	medio	CMC-40	7/4/2008	5/11/2008
14	IPA Martín Torres	Villa Clara	Pardo Mullido Carbonatado	largo	INIVIT Y93-4	1/11/2007	1/11/2008
15	Finca de Semillas	Guantánamo	Aluvial	largo	JAGUEY DULCE	8/12/2007	27/10/2008

* V Clasificación de los Suelos de Cuba (10)

Si bien no se pudo disponer de información sobre las precipitaciones mensuales en cada localidad, se presenta la información de tres estaciones meteorológicas situadas a lo largo del país y en tres de las provincias en que se trabajó (Tabla III) y donde queda claro que el año 2008 fue mucho más lluvioso que el año 2009, con precipitaciones superiores entre 35 y 47 % en cualquiera de las tres estaciones.

Aproximadamente el 50 % de las extensiones se ejecutaron con clones de yuca de ciclo medio, fundamentalmente CMC-40, y el resto con clones de ciclo largo, con cantidades similares para los clones «Señorita» e INIVIT 93-4 entre otros (Tablas I y II), por lo cual los resultados permiten evaluar la respuesta de clones representativos de ambos ciclos a la aplicación del EcoMic®.

En el caso de los suelos Pardos mullidos carbonatados se utilizó la cepa *G. intraradices* y en el resto de los suelos la cepa *G. hoi like*, de acuerdo con los criterios de recomendación de cepas eficientes de HMA por tipo de suelo (4). Se evaluaron dos tratamientos, con y sin aplicación del inoculante EcoMic®, manteniendo similares el resto de las labores.

En todos los casos el EcoMic® presentó una concentración mínima de 20 esporas.g⁻¹ y se aplicó mediante el recubrimiento localizado en las puntas de las semillas vegetativas o estacas al momento de la plantación, en dosis de 10 a 13 kg.ha⁻¹ dependiente de la densidad de plantación utilizada (5), y plantando las estacas acostadas. El marco de plantación, de acuerdo con el tipo de clon utilizado, fue de 0.9 x 0.9 m para los clones de ciclo largo y de 0.9 x 1.2 m para clones de ciclo medio y en correspondencia con las normas del cultivo (9).

Tabla II. Características de las extensiones realizadas en la campaña 2009-2010

	Dependencia	Provincia	Tipo de suelo*	Ciclo del clon	Clon	Fecha de siembra	Fecha de cosecha
16	UBPC San Francisco, Granja 2	Matanzas	Ferralítico Rojo	medio	CEM SA 74-735	9/3/2009	15/3/2010
17	Granja Hortícola	Cienfuegos	Ferralítico Rojo	largo	SEÑORITA	18/3/2009	5/1/2010
18	Empresa Hortícola	Cienfuegos	Pardo mullido carbonatado	largo	SEÑORITA	2/3/2009	20/2/2010
19	CCS "El Vaquerito"	Cienfuegos	Ferralítico Rojo	largo	SEÑORITA	19/3/2009	25/3/2010
20	Empresa Agropecuaria "E. Cordova"	Villa Clara	Pardo mullido carbonatado	largo	SEÑORITA	27/3/2009	29/3/2010
21	Granja Hortícola	Cienfuegos	Ferralítico Rojo	medio	CMC-40	1/3/2009	7/11/2009
22	Empresa Agropecuaria MINAZ	Cienfuegos	Pardo mullido carbonatado	medio	CMC-40	5/3/2009	15/11/2009
23	UBPC "Che Guevara"	Cienfuegos	Ferralítico Rojo	medio	CMC-40	18/3/2009	25/11/2009
24	ECV Lenin	Matanzas	Ferralítico Rojo	medio	CMC-40	20/3/2009	21/1/2010
25	UBPC "Ceiba Mocha"	Matanzas	Ferralítico Rojo	medio	CMC-40	30/3/2009	2/1/2010
26	ECV Sagua	Villa Clara	Ferralítico Rojo	medio	CMC-40	20/3//2009	10/12//2009
27	CCS "Jesús Menéndez"	Cienfuegos	Pardo mullido carbonatado	largo	INIVIT Y93-4	25/3//2008	12/5//2009
28	Empresa Pecuaria "Martí"	Matanzas	Ferralítico Rojo	largo	INIVIT Y93-4	15/3/2009	15/1/2010
29	IPA "Martín Torres"	Villa Clara	Pardo mullido carbonatado	largo	INIVIT Y93-4	15/3/2009	20/2/2010
30	Empresa Agropecuaria Unidad Proletaria	Villa Clara	Pardo mullido carbonatado	largo	INIVIT Y93-4	20/3/2009	15/1/2010
31	Pastos y Forrajes, Monte Sano	Guanábano	Aluvial	largo	INIVIT Y93-4	7/1/2009	9/12/2009

* V Clasificación de los Suelos de Cuba (10)

Tabla III. Precipitaciones mensuales en diferentes sitios y provincias durante el periodo experimental

	Tapaste, Mayabeque		Santo Domingo, Villa Clara		Salvador, Guantánamo	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Enero	38.3	50.8	62.10	13.90	38	8.5
Febrero	27.1	29.9	17.60	19.20	22	66.8
Marzo	115.3	21.9	59.20	8.20	40.5	12
Abril	145.6	17.1	141.30	7.40	5	29.9
Mayo	139.2	238.5	86.10	217.10	110.3	287.3
Junio	222.2	225.5	152.00	228.10	60.1	76
Julio	177.5	80.4	175.10	156.40	321	22.2
Agosto	248.2	197.7	393.60	101.40	78.6	13.7
Septiembre	346	189.4	267.30	220.70	144	157.8
Octubre	110	102.7	135.50	37.90	69.4	31.9
Noviembre	116.4	51.2	80.60	77.30	175.6	65.7
Diciembre	18.1	60.1	127.30	65.70	99.5	62.4
Acumulado anual	1703.9	1265.2	1697.70	1153.30	1164	834.2

Las extensiones presentaron una superficie total entre 0,5 y 1 ha. En ninguno de los casos se aplicaron fertilizantes minerales.

Se evaluó el rendimiento a partir de extraer 10 grupos de seis plantas en cada tratamiento. Se pesó cada grupo y se estimó el rendimiento en $t \cdot ha^{-1}$. El incremento porcentual sobre el rendimiento se expresó como Índice de Eficiencia (4).

$$IE = \frac{(\text{Rendimiento tratamiento EcoMic}^{\text{®}} - \text{Rendimiento tratamiento control}) \times 100}{\text{Rendimiento tratamiento control}}$$

Los resultados de los rendimientos de ambos tratamientos para cada una de las extensiones y en las dos campañas, se compararon por el método de muestras relacionadas o pareadas con una prueba de t para $p \leq 0.01$ % (11).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Tablas IV y V se presentan los rendimientos obtenidos para ambos tratamientos en cada extensión y en las dos campañas respectivamente, así como los incrementos en el rendimiento, tanto absolutos (Δ) como relativos (IE).

En cualquiera de las dos campañas se encontró siempre un efecto beneficioso y significativo de la aplicación del EcoMic[®], y de forma general en el 97 % de las extensiones los incrementos encontrados fueron superiores al 10 % y en el 70 % superiores al 25 %, lo cual está en alta correspondencia con el significativo efecto detectado por el test de muestras apareadas.

En la primera campaña este significativo efecto se expresó con incrementos entre 13 y 80 %, con un índice de eficiencia promedio de 29.5 % y que se corresponde con un incremento promedio del rendimiento de $5.31 t \cdot ha^{-1}$.

En la segunda campaña de forma similar, se encontró un efecto beneficioso y significativo por la inoculación en todas las extensiones, oscilando estos entre 15.5 y 79.2 % con un IE promedio de 36.8 % y asociado con un incremento promedio de $4.21 t \cdot ha^{-1}$.

La información sobre rendimiento reflejó valores más bajos en la segunda campaña que en la primera y si bien en ambas campañas las extensiones estuvieron situadas en diferentes dependencias productivas y no se dispone de registros pluviométricos en la mayoría de estas, la información sobre las precipitaciones anuales en pluviómetros situados en tres provincias (Guantánamo, Villa Clara y Mayabeque) de las cinco estudiadas y ubicadas a lo largo del país, sugiere que el nivel de precipitaciones ocurridos en la primera campaña fue muy superior al de la segunda (Tabla III).

De ser así, las menores precipitaciones en el 2009 pueden explicar los menores rendimientos del cultivo obtenidos en dicha campaña y en consecuencia los porcentajes de incrementos en rendimiento debidos a la aplicación del EcoMic[®] en la segunda campaña fueron ligeramente superiores a los obtenidos en la primera (Tablas IV y V), explicables en las mejoras en la absorción del agua por las plantas micorrizadas eficientemente (12), efecto que debe ser superior en condiciones de mayor déficit hídrico.

De forma general, los incrementos promedios en rendimiento se encontraron entre 4 y $5 t \cdot ha^{-1}$, presentando un incremento promedio general de 32.6 %.

No obstante, las diferencias entre los rendimientos promedio de ambas campañas, los incrementos obtenidos por la inoculación con cepas eficientes de HMA, tanto absolutos como porcentuales, fueron importantes y significativos y presentaron rangos de valores similares,

Tabla IV. Resumen de resultados de la aplicación del EcoMic[®] en el cultivo de la yuca en la campaña 2007-2008

	Dependencia	Rendimiento con EcoMic [®] ($t \cdot ha^{-1}$)	Rendimiento control ($t \cdot ha^{-1}$)	Incremento rendimiento (%)	Δ ($t \cdot ha^{-1}$)
1	Granja Hortícola	10.23	6.59	55.2	3.64
2	UBPC "J. Abrahantes"	13.5	9.33	44.7	4.17
3	CCS "R. Balboa"	14.85	10.91	36.1	3.94
4	UBPC "J. A. Fernández"	21.6	11.9	81.5	9.7
5	UBPC "La Modelo"	15.45	14.07	9.8	1.38
6	CCS "J. Menéndez"	17.16	14.42	19.0	2.74
7	ECV "Sagua"	17.6	14.9	15.3	2.7
8	Empresa integral Matanzas	18.5	16.3	13.5	2.2
9	CPA "J. Pino Machado"	21.2	18.0	17.8	3.2
10	Finca semilla "La Fuerte"	19.3	16.9	14.2	2.4
11	CCS "9 de abril"	33.2	20.7	60.4	12.5
12	CCS "28 de Octubre"	36.27	27.33	32.7	8.94
13	UBPC "Batalla del Jobito"	28.5	25.0	14.0	3.5
14	IPA "Martín Torres"	41.4	28.2	46.8	13.2
15	Finca de semillas	46.0	39.7	15.9	6.3
	Promedio campaña	23.65	18.28	29.37	5.37**

** Significativo $p \leq 0.01$, según prueba de t para muestras apareadas o relacionadas

Tabla V. Resumen de resultados de la aplicación del EcoMic® en el cultivo de la yuca en la campaña 2009-2010

Dependencia	Rendimiento con EcoMic® (t.ha ⁻¹)	Rendimiento control (t.ha ⁻¹)	Incremento rendimiento (%)	Δ (t.ha ⁻¹)
16 UBPC San Francisco, Granja 2	15.85	11.3	40.27	4.55
17 Granja Hortícola	16.5	11.7	41.3	4.8
18 Empresa Hortícola	12.05	9.21	30.84	2.84
19 CCS "El Vaquerito"	13.87	10.43	32.98	3.44
20 Empresa Agropecuaria "E. Córdova"	11.2	8.3	34.94	2.9
21 Granja Hortícola	14.9	10.5	41.90	4.4
22 Empresa. Agropecuaria MINAZ	13.8	7.7	79.22	6.1
23 UBPC "Ché Guevara"	16.6	11.1	49.55	5.5
24 ECV "Lenin"	13.54	9.48	42.83	4.06
25 UBPC "Ceiba Mocha"	13.2	9.31	41.78	3.89
26 ECV "Sagua"	15	11	36.4	4
27 CCS "Jesús Menendez"	19.37	16.76	15.57	2.61
28 Empresa Pecuaria "Martí"	18.1	14.25	27.02	3.85
29 IPA "Martín Torres"	18.7	13.95	34.05	4.75
30 Empresa Agropecuaria Unidad Proletaria	12.48	8.4	48.57	4.08
31 Pastos y Forrajes, Monte Sano	21.6	16.0	31.25	5.6
Promedio campaña	15.42	11.21	36.82	4.21**

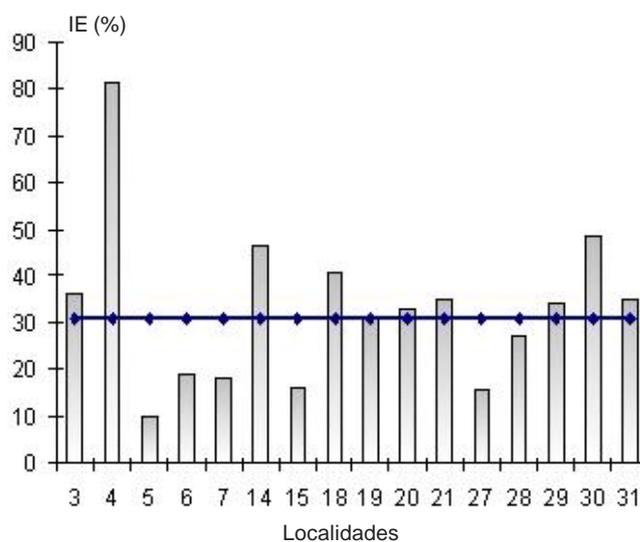
** Significativo $p \leq 0.01$, según prueba de t para muestras apareadas o relacionadas

conducta esta muy importante sobre todo si tenemos en cuenta la diversidad de condiciones edafoclimáticas en que estuvieron situadas las diferentes dependencias productivas, avalando no solo la rusticidad del cultivo y su adaptación a diferentes ambientes (13, 14), sino también la alta dependencia micorrízica de este (3, 5) y la efectividad del método de inoculación (6, 7).

Este efecto beneficioso y significativo de la aplicación del EcoMic® se observó tanto en clones de ciclo largo, con un incremento promedio de 30.7 % (Figura 1), como en clones de ciclo medio y del orden del 34.7 % (Figura 2), sin diferencias significativas entre los mismos y siendo por tanto un resultado de alto valor práctico ya que en el país se utilizan indistintamente clones de ambos tipos de ciclos, de acuerdo con la secuencia de cultivos previstas en cada caso.

Los diferentes trabajos experimentales que habían sido conducidos en Cuba para establecer el efecto de la inoculación micorrízica en el cultivo de la yuca, utilizaron inicialmente el clon de ciclo largo «Señorita» (5) y más recientemente el clon de ciclo medio CMC-40 (6, 7), que son los más representativos de la producción de este cultivo en Cuba, y con ambos clones se habían encontrado siempre resultados positivos y similares beneficios, lo cual se corrobora con la información obtenida en estas extensiones.

En este trabajo se incluyeron otros tipos de clones comerciales y el hecho que en todos los casos se hayan encontrado efectos satisfactorios, sugiere que la alta dependencia micorrízica del cultivo se expresa asimismo en cualquiera de estos. Un efecto positivo similar fue encontrado inicialmente por Sieverding (3), quien desarrolló sus trabajos con diferentes tipos de clones en Colombia y en cualquiera de ellos encontró una alta dependencia micorrízica.

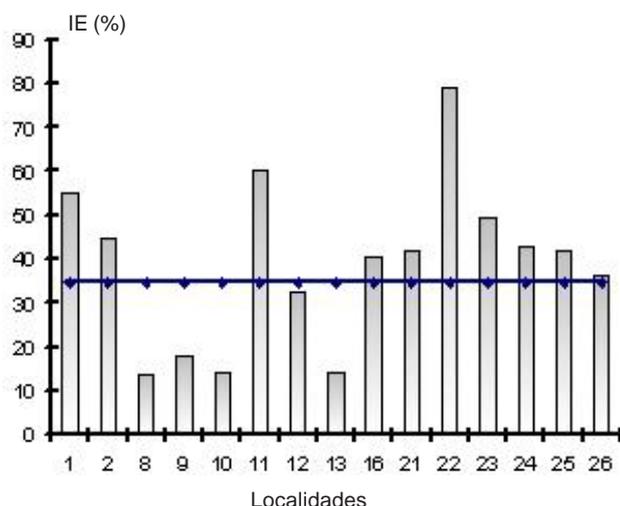


Linea continua: incremento promedio sobre el rendimiento (%) para los clones de ciclo largo

Figura 1. Efecto del EcoMic® sobre el rendimiento (IE del rendimiento) en los clones de ciclo largo y en ambas campañas

De forma similar el efecto positivo de la inoculación se encontró en los diferentes tipos de suelos, corroborando la recomendación de cepas eficientes por tipo de suelos (4).

Los resultados satisfactorios de la aplicación del EcoMic® vía recubrimiento de las puntas de las estacas en estas campañas de extensiones, corroboran los resultados experimentales encontrados con anterioridad (5, 6, 7) y permite recomendar la utilización del inoculante micorrízico EcoMic® y su manejo en los Instructivos Técnicos o Cartas Tecnológicas para la producción agrícola del cultivo.



Linea continua: incremento promedio sobre el rendimiento (IE %) para los clones de ciclo medio

Figura 2. Efecto del EcoMic® sobre el rendimiento (IE %) en los clones de ciclo medio y en ambas campañas

CONCLUSIONES

- La aplicación del EcoMic® en el cultivo de la yuca, vía recubrimiento de las puntas de las estacas, originó siempre incrementos significativos sobre el rendimiento con un incremento promedio de 4.77 t.ha⁻¹ y que se corresponde con incremento relativo del 32.6 %.
- El efecto positivo de la inoculación con EcoMic®, se encontró tanto en clones de ciclo medio como en clones de ciclo largo, con incrementos similares sobre el rendimiento.
- El efecto beneficioso del EcoMic® y la recomendación de cepas de HMA se validó en diferentes tipos de suelos como Ferralíticos Rojos, Pardos con carbonatos, Aluviales, Pardos Sialíticos y Húmicos con carbonatos.

REFERENCIAS

1. FAO. FAOSTAT Base de datos estadística. [on line]. Roma. FAO. [Consultada 2 de abril 2010. Disponible en: <<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>.
2. Perez, J.; Peña, E.; Llauger, R. /et al./ Programa Integral de cultivos varios. Proyección estratégica hasta el 2015. Editora Liliانا, La Habana Cuba. 2010. p. 94.

3. Sieverding, E. Vesicular Arbuscular Mycorrhiza in Tropical Agrosystem. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Federal Republic of Germany. 1991. p. 371.
4. Rivera, R.; Fernández, F.; Fernández, K.; Ruiz, L.; Sánchez, C. y Riera, M. Advances in the management of effective arbuscular mycorrhizal symbiosis in tropical ecosystems. En: Mycorrhizae in Crop Production (eds.) Chantal Hamel and Christian Plenchette. Haworth Press, Binghamton, NY. 2007, p. 151-196.
5. Ruiz, L. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos con Carbonatos y Ferralíticos Rojos de la región central de Cuba. [Tesis de Doctorado]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba, 2001, 117 p.
6. Ruiz, L.; Rivera, R. y Simó, J. Nuevo método para la inoculación micorrízica del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 3, p. 15-20. ISSN 0258-5936.
7. Marrero, Y.; Simó, J.; Ruiz, L.; Rivera, R. y Plana, R. Influencia del laboreo sobre el manejo de la simbiosis micorrízica efectiva en una secuencia de cultivos sobre un suelo Pardo con carbonatos. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 29, no. 2, p. 11-15.
8. Rivera, R. y Fernandez, F. Inoculation and management of mycorrhizal fungi within tropical agroecosystems. Chapter 33. Biological approaches to sustainable soil systems. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA. 2006, p. 479-489.
9. CUBA, MINAG. Cartas tecnológicas de las raíces y tubérculos tropicales INIVIT, Santa Clara : MINAG, 2004, p. 50.
10. Hernández, A.; Perez, J. M.; Bosch, D. y Rivero, L. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Editorial AGRINFOR, La Habana, 1999, p. 46.
11. Norman, G. R.; Burgh, J. E. de; David, N. y Streiner, L. Bioestadística, 1996, p. 260.
12. Liu, A.; Plenchette, C. y Hamel, C. Soil Nutrient and Water Providers: How Arbuscular Mycorrhizal Mycelia Support Plant Performance in a Resource-Limited World. En: Mycorrhizae in Crop Production (eds.) Chantal Hamel and Christian Plenchette. Haworth Press, Binghamton, NY. 2007, p. 37-66.
13. CIAT. Improved Cassava for the Developing World. Project IP-3. Annual Report 2005. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 2006.
14. CIAT. Improved Cassava for the Developing World. Project IP-3. Annual Report 2006. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 2007.

Recibido: 21 de julio de 2010

Aceptado: 6 de septiembre de 2011

¿Cómo citar?

Rivera Espinosa, Ramón; Ruíz Martínez, Luis; Riera Nelson, Manuel; Simó González, Jaime; Fundora Sánchez, Luis R.; Calderón Puig, Alfredo; Martín Cárdenas, José V.; Marrero Cruz, Yosnel y Joao, José P. La efectividad del biofertilizante EcoMic® en el cultivo de la yuca. Resultados de las campañas de extensiones con productores. *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 1, p. 5-10. ISSN 1819-4087