

Efecto del Nitrógeno y hongos micorrízicos arbusculares en dos clones comerciales de boniato sobre un suelo Pardo mullido carbonatado

Nitrogen and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) effect on two commercial sweet potato clones on an inceptisol soil

Alberto Espinosa Cuéllar, Luís Ruiz Martínez, Ramón Rivera Espinosa, Ernesto Espinosa Cuéllar

Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT). Apdo 6. Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. C.P. 53 000.

E-mail: fitofer@inivit.cu

RESUMEN. La batata o camote [*Ipomoea batatas* L. (Lam)], es el quinto alimento más importante de los países en desarrollo debido a sus sobresalientes características nutricionales y culinarias; a su vez, es considerado como uno de los dos cultivos alimenticios más importantes conjuntamente con la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Además, se conoce de la repuesta de varios cultivos a la inoculación con hongos micorrízicos (HMA) por lo que la investigación desarrollada en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), sobre un suelo Pardo mullido carbonatado, tuvo como objetivo comparar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno en presencia o no de una cepa eficiente de HMA en dos clones de boniato (2 INIVIT B2-20052 y 2 CEMSA 78-3542). Se evaluó el rendimiento, el porcentaje de colonización y la cantidad de esporas producidas por los HMA. En los tratamientos inoculados con la cepa eficiente, se alcanzaron rendimientos de 35 a 37 t.ha⁻¹ con una dosis de 60 kg N. ha⁻¹ y se reduce un 37,5 % de fertilizante químico en forma de N. Cuando no se aplicaron micorrizas, con una dosis de 90 kg.ha⁻¹ de N, los rendimientos oscilaron entre 30 y 35 t.ha⁻¹. En todos los casos los mayores valores de colonización y cantidad de esporas en 50 g de suelo coinciden con los valores óptimos de fertilización para el tratamiento inoculado eficientemente. Los valores de colonización fluctuaron de 71 a 76 % y de 628 a 659 esporas para la dosis de 60 kg.ha⁻¹ de N.

Palabras claves: Batata, cepa eficiente HMA, fertilizante químico.

ABSTRACT. Sweet potato [*Ipomoea batatas* L. (Lam)], is the fifth most important food crop in developing countries due to its outstanding nutritional and culinary characteristics and it is also considered one of the two most important food crops along with cassava (*Manihot esculenta* Crantz). The response of various crops to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi is well known. The research was conducted at the The Research Institute of Tropical Root and Tuber Crops (INIVIT) on an inceptisol soil. The objective was to compare the effect of five nitrogen doses in the presence or absence of an effective AMF strain oin two sweet potato clones 'INIVIT B2-2005' and 'CEMSA 78-354'. Yield, colonization rate and amount of spores were evaluated. Treatments inoculated with effective strains obtained higher yields of 35 to 37 t.ha⁻¹ with a dose of 60 kg N ha⁻¹; and chemical fertilizer nitrogen was reduced by 37.5 % in the form of N. A yield of 30 to 35 t.ha⁻¹ was obtained with a dose of 90 kg ha⁻¹ of N and no AMF application. In all cases the best colonization values and spore numbers in 50 g soil coincide with optimal fertilization doses for the treatment inoculated efficiently. Colonization values were in the range of 71 to 76 % and 628-659 spores for the nitrogen dose of 60 kg ha⁻¹.

Key words: Sweet potato, efficient strain HMA, chemical fertilizer.

INTRODUCCIÓN

La batata o camote [*Ipomoea batatas* L. (Lam)], es el quinto alimento más importante en los países en desarrollo debido a sus sobresalientes características nutricionales y culinarias. Se cultiva en más de 100 países con un registro de producción mundial anual estimado en 130 millones de

toneladas. Esto ubica al cultivo en el quinto lugar en orden de importancia después del arroz, trigo, maíz y mandioca. El aumento de la producción mundial y su utilización como alimento sano, es a menudo considerado como un medio para mejorar los ingresos y la seguridad alimentaria en los segmentos

más pobres de la población rural (Cusumano *et al.*, 2013).

Entre las raíces y tubérculos que son fuente de carbohidratos en la dieta del pueblo cubano se encuentra el boniato, considerado como uno de los dos cultivos alimenticios más importantes conjuntamente con la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), con la que comparte magnitudes similares de áreas de siembra y volúmenes de producción. Su utilización está por encima de la malanga (*Xanthosoma* spp.) (Morales, 2000).

El boniato se produce en todas las regiones del país y ocupa un área estimada que oscila entre 50 000 y 60 000 ha cada año, de las cuales alrededor del 70 % se plantan en periodo lluvioso (mayo-octubre) y el resto en época de periodo poco lluvioso (noviembre-abril). En esta última etapa debe disponerse de riego para su plantación y desarrollo (Rodríguez, 2000 y Hernández, 2006).

Los sistemas de inoculación y manejo cultural de microorganismos con propiedades biofertilizantes constituyeron tecnologías racionales y aparecieron como una de las prácticas más promisorias e innovativas para los sectores agrícolas y forestales. Dentro de los biofertilizantes se destacan las bacterias rizosféricas y los hongos micorrizógenos (HMA), debido a que su utilización como inoculantes microbianos en la agricultura incrementan la productividad de los cultivos. Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas que se establecen entre las raíces de las plantas y ciertos hongos del suelo. Su principal efecto consiste en promover el crecimiento y desarrollo de las plantas al aumentar su área de exploración radical y facilitar la absorción de diferentes nutrimentos como: N, K, Ca, Mg, B, Fe y en especial el ion fosfato. Por ello, el objetivo del trabajo es comparar el efecto de diferentes dosis de nitrógeno en presencia o no de una cepa eficiente de HMA.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), durante los años 2010-2012 sobre un suelo Pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 1999).

En todos los experimentos, los tratamientos fueron ejecutados con y sin HMA. Los clones de boniato

evaluados fueron 2 INIVIT B2-20052 y 2 CEMSA 78-3542. Las labores culturales se realizaron según el Instructivo Técnico (MINAG, 2008). La preparación del suelo, tipo de semilla, plantación, agrotécnica del cultivo, control de plagas y enfermedades, riego, cosecha y el resto de las atenciones culturales se realizaron según el Instructivo Técnico antes mencionado. Se utilizó el marco de plantación de 0,90 x 0,30 m y como material de plantación esquejes de 25-30 cm de longitud para todos los clones. El fertilizante fue aplicado a los 25-30 días de plantado, para lo que se utilizó como portadores de N-P-K la urea, el superfosfato simple y el cloruro de potasio, al 46, 20, 60 % de pureza respectivamente.

La cepa de HMA utilizada fue *Rhizophagus intraradices*, obtenida a partir de inóculos micorrízicos certificados, con 20 esporas por gramo de inoculante (Fernández *et al.*, 2001), producidos en el departamento de biofertilizantes y nutrición de las plantas del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INCA), Mayabeque, Cuba.

Los tratamientos utilizados fueron:

Niveles de nitrógeno: 0; 30; 60; 90 y 120 kg.ha⁻¹. Con un fondo fijo de 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y 150 kg.ha⁻¹ de K₂O.

Se utilizó un diseño experimental de parcela dividida donde la parcela principal fueron los dos clones y las subparcelas los tratamientos inoculados o no con HMA. El experimento contó de cuatro repeticiones y los parámetros evaluados fueron el rendimiento, el porcentaje de colonización y el conteo de esporas en el suelo.

El pH se realizó en KCl y H₂O por el método potenciométrico, con una relación suelo - solución de 1:2,5. Además, el nitrógeno total (N_t) por el método de Micro-Kjeldahl, la materia orgánica (MO) por el método colorimétrico de Walkley-Black, el P₂O₅ y el K₂O por el método de Machiguin para el suelo Pardo con carbonatos (Tabla 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el marco de una agricultura sostenible, la utilización de hongos formadores de micorrizas arbusculares (MA) debe ser considerada en

Tabla 1. Análisis del suelo donde se desarrollaron los experimentos

pH		N	MO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na	K
H ₂ O	KCL	(%)		(mg.100 gss ⁻¹)		(cmol.kg ⁻¹)			
Año 1									
7,0	6,2	0,14	1,83	1,75	21,20	27,20	4,10	0,37	0,73
Año 2									
7,2	6,5	0,18	2,20	2,55	22,31	35,62	4,66	0,40	0,72

cualquier diseño de producción agrícola, pues además de ser estos microsimbiontes, componentes inseparables de los agroecosistemas, realizan diversas funciones en su asociación con las plantas, ya que pueden constituir sustitutos biológicos de los fertilizantes.

La relación simbiótica que se establece entre los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y las raíces de las plantas, promueve un mayor crecimiento y nutrición mineral, los hongos se benefician con el suministro de fuentes carbonadas provenientes de la planta y esta, a su vez, por la mayor exploración del suelo a nivel de raíces facilitadas por los hongos, aumenta la capacidad de absorción de nutrientes minerales, lo que promueve el crecimiento y desarrollo de las plantas (Martín, 2010).

El efecto de las diferentes dosis de nitrógeno en el cultivo del boniato en el periodo lluvioso para el clon 'INIVIT B2-2005' (Figura 1) y 'CEMSA 78-354' (Figura 2) demuestra una conducta muy parecida en ambos clones, pues cuando no se aplican micorrizas se obtienen rendimientos de 30 a 35 t.ha⁻¹, con una dosis de 90 kg.ha⁻¹ de N, mientras que al inocular ambos clones se alcanzan rendimientos de 35 a 37 t.ha⁻¹ con una dosis de 60 kg N.ha⁻¹ (37,5 % menos de fertilizante químico en forma de N).

Nambiar (1976), en trabajos efectuados en la India sobre un suelo arcilloso, logró rendimientos de 8,1; 9,4 y 10,5 t.ha⁻¹ con la aplicación de 50, 75 y 100 kg.ha⁻¹ de N respectivamente. Investigaciones realizadas en Puerto Rico, sobre un oxisol, muestran que los rendimientos de raíces comerciales se incrementaron de 9,7 t.ha⁻¹ en el testigo hasta 16 t.ha⁻¹ en las parcelas que recibieron 39 kg.ha⁻¹ de N (Badillo y Lugo, 1976). Posteriormente

Talleyrand y Lugo (1976) trabajaron sobre un ultisol con cinco niveles de nitrógeno (0, 10, 20, 40 y 50 kg.ha⁻¹) y tres fuentes (urea y dos compuestos de urea recubierto con azufre) lograron obtener rendimientos máximos de 14, 6 t.ha⁻¹ con la aplicación de nitrógeno (40 kg.ha⁻¹) procedente de urea corriente.

Según Giletto *et al.* (2013) la fertilización con N es requerida para lograr elevados rendimientos y tubérculos de calidad, pero se necesita adecuar el manejo del nutriente debido a que elevadas dosis de N pueden afectar la calidad industrial de los tubérculos, criterio que coincide con varios investigadores en el cultivo de la papa cuando demostraron que el nitrógeno (N) es el nutriente que más afecta el rendimiento y la calidad de los tubérculos. Elevadas dosis de este elemento, retrasa el inicio de la tuberización y promueven el crecimiento del follaje, pero reduce el rendimiento y afecta la calidad al disminuir el porcentaje de materia seca de los tubérculos.

De manera general se ha señalado que el cultivo de la batata responde a la aplicación de nitrógeno dependiendo del grado de disponibilidad en el suelo de dicho elemento y del equilibrio nutricional, en especial el relacionado con la disponibilidad de fósforo y potasio. Altas dosis de nitrógeno sin una adecuada disponibilidad de los demás nutrimentos han provocado, en la mayoría de los clones de batata, un desarrollo exuberante de la masa foliar en detrimento de la producción de raíces reservantes (Ammay y Gonzalez, 1990).

Los resultados obtenidos pueden estar dados por los efectos positivos de las micorrizas en la toma de nutrientes de las plantas, mediante el aumento de la superficie del área de absorción. Según Morales *et al.* (2011), las raíces micorrizadas

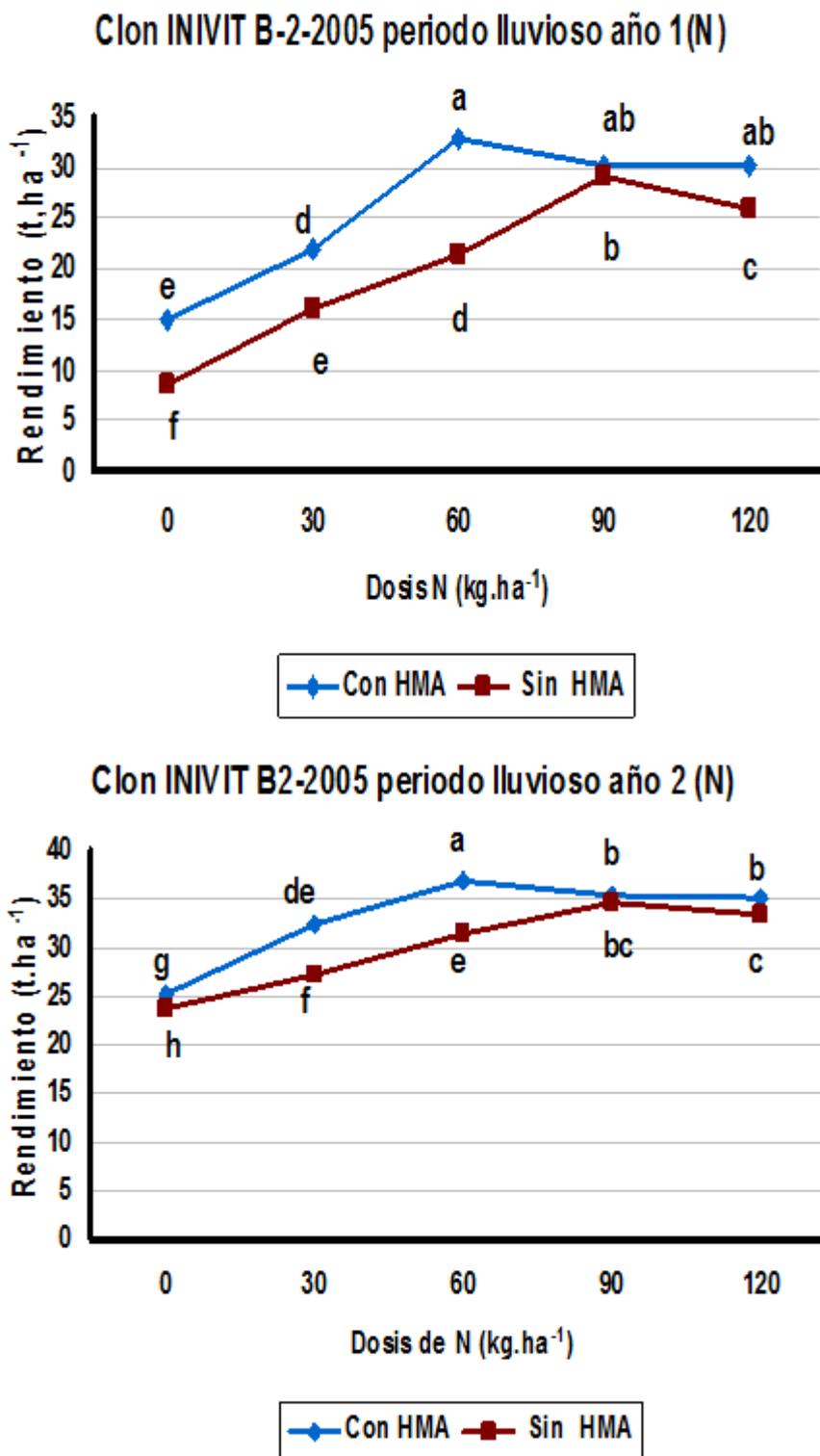


Figura 1. Efecto dosis de nitrógeno para el periodo lluvioso en el clon ‘INIVIT B2-2005’

pueden obtener más nutrientes que las no micorrizadas, resultados que se alcanzaron cuando se inocularon plantas de begonia, donde se observó respuesta del cultivo a la aplicación del biofertilizante micorrizógeno.

A su vez, la deficiencia de N produce una disminución de las proteínas en los cloroplastos y, por lo tanto, una degradación de su estructura (Barker y Pilbeam, 2007) lo que afecta su capacidad fotosintética y se traduce en un menor

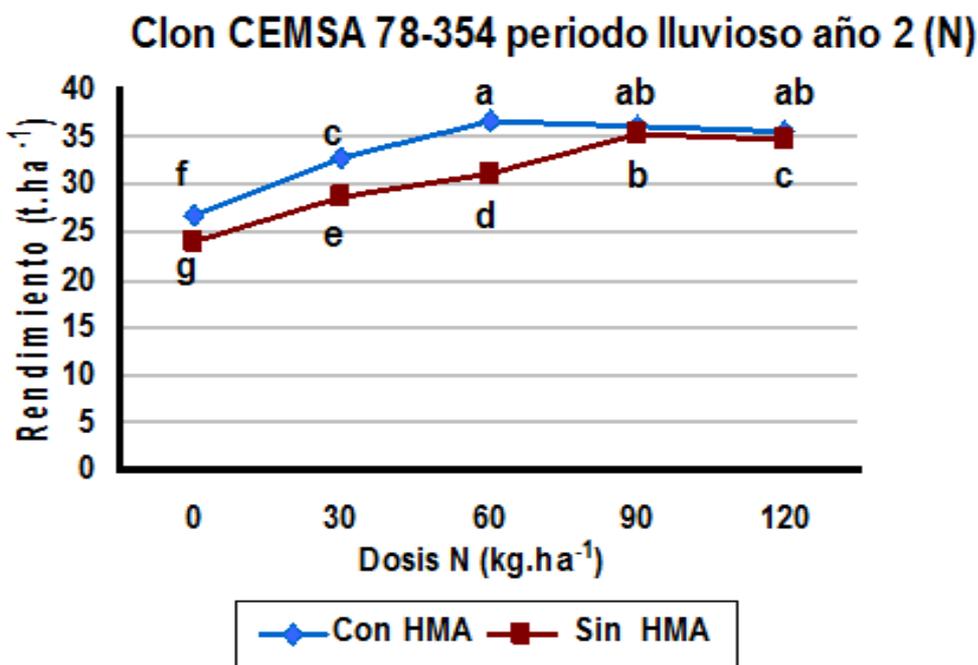
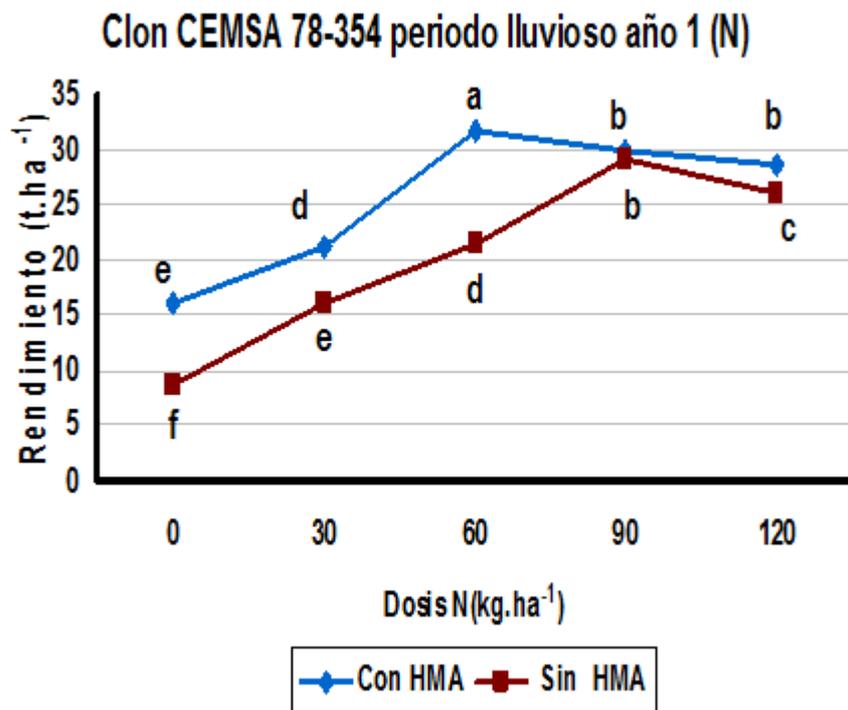


Figura 2. Efecto de dosis de nitrógeno para el periodo lluvioso en el clon CEMSA 78-354

rendimiento, tanto de la parte aérea como de la subterránea del cultivo.

La determinación de una dosis de fertilización nitrogenada adecuada representa un gran desafío porque se deben considerar e integrar factores

ambientales (clima y suelo), el cultivo (variedad y manejo agronómico) y las características propias del agricultor (conocimiento, experiencia y nivel tecnológico). Todos estos factores interactúan entre sí y definen la demanda de N por el cultivo, el Suministro de N desde el suelo y la eficiencia de la fertilización (Sandaña *et al.*, 2012).

El nitrógeno es evidentemente el nutriente que más influye en el rendimiento de raíces y biomasa, a este le sigue el potasio y luego el fósforo. Existe una alta correlación entre el crecimiento de la masa verde con el rendimiento de raíces aunque los índices de cosecha sean menores (Cenoz *et al.*, 2000).

Las dosis deficientes, excesivas o inadecuadamente de fertilizantes químicos conducen a grandes riesgos ambientales, altas dosis terminan contaminando las fuentes de agua local, pero poco fertilizante conduce a bajas producciones, la pérdida de la fertilidad del suelo y el agotamiento del suelo (Estrada, 2000).

De cualquier forma, la aplicación de fertilizantes en plantas micorrizadas debe ser realizada con dosis limitadas y equilibradas (Honrubia *et al.*, 1997; Díaz y Honrubia, 1998; Cartié *et al.*, 1999; Pinkas *et al.*, 2000).

La (Tabla 2) ilustra el efecto de nitrógeno sobre el porcentaje de colonización micorrízica y la cantidad de esporas, en todos los casos los mayores valores de colonización y cantidad de esporas en 50 g de

suelo coinciden con los valores óptimos de fertilización para el tratamiento inoculado eficientemente (60 kg). Los valores de colonización estuvieron en rangos de 71 al 76 % y de 628 a 659 esporas para la dosis de 60 kg.ha⁻¹ de N.

En la medida que la disponibilidad de nutrientes fue mayor, aumento la colonización micorrízica, lo que apuntan a la necesidad que tienen las plantas micorrizadas de un suministro de nutrientes para garantizar sus requerimientos. Sin embargo, esto no significa que obligatoriamente en esas condiciones se alcanzó una micorrización eficiente, debido a que se debe tener en cuenta los criterios de selección especie-suelo y el suministro de nutrientes que garantice los requerimientos de las plantas micorrizadas. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ruiz (2001) quien expuso que para alcanzar una micorrización plenamente eficiente, partiendo por supuesto de los criterios de selección especie-suelo, debe haber un suministro de nutrientes que garantice los requerimientos de las plantas micorrizadas.

Según Ferrera-Cerrato y Alarcón (2004) con la inoculación de micorrizas la fertilización se hace

Tabla 2. Efecto de dosis de nitrógeno sobre el porcentaje colonización y el número de esporas en el periodo lluvioso

Clon	'INIVIT B2-2005'				'CEMSA 78-354'			
	Colonización (%)		Esporas		Colonización (%)		Esporas	
Año 1								
Dosis N (kg.ha ⁻¹)	HMA	0 HMA	HMA	0 HMA	HMA	0 HMA	HMA	0 HMA
0	56,50 d	9,00 g	420,75 d	61,58 i	53,00 d	8,50 h	432,13 d	66,84 h
30	62,50 b	9,75 fg	535,35 b	73,25 h	60,25 b	9,25 gh	483,30 c	77,15 g
60	71,25 a	10,50 fg	628,35 a	93,37fg	67,25 a	10,75 fg	558,13 a	97,69 f
90	59,25 c	11,75 f	521,53 c	96,16 f	55,25 c	11,75 f	514,62 b	101,37 f
120	40,25 e	10,25 fg	394,75 e	83,50 g	38,75 e	11,00 fg	420,82 e	96,44 f
ES ±	0,49*		2,10*		0,44*		1,69*	
Año 2								
0	58,75 d	8,50 g	425,67 e	63,70 j	57,25 d	8,75 h	455,37 c	65,87 g
30	65,00 b	9,25 g	552,50 b	73,90 i	64,25 b	9,50 gh	491,00 b	76,67 f
60	76,75 a	10,50 fg	659,20 a	88,33 g	75,25 a	10,75 fgh	587,25 a	94,77 e
90	61,25 c	12,00 f	532,65 c	96,48 f	62,00 c	12,25 f	433,15 d	98,47 e
120	46,00 e	10,00 fg	406,55 d	83,60 h	43,75 e	11,25 fg	426,47 d	92,95 e
ES ±	0,47*		0,97*		0,43*		1,93*	

* (a, b, c, d, e) medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Tukey (HSD) para p<0,05

más eficiente, se reducen las dosis de fertilizantes a aplicar y, de esta forma, se disminuye la contaminación de los suelos y las aguas.

Los resultados anteriores corroboran los obtenidos por Fernández (1999) y Sánchez *et al.* (2000) trabajando con posturas de cafeto, donde llegaron a la conclusión que la micorrización requiere de un suministro óptimo de nutrientes, el cual es menor para las plantas no micorrizadas, pero que suministros por debajo de ese óptimo conllevan a un funcionamiento micorrízico inferior y por tanto, el menor crecimiento y producción de las plantas micorrizadas.

CONCLUSIONES

La aplicación conjunta de la inoculación con la cepa eficiente de HMA y las dosis inferiores al 100 % de fertilizantes minerales, incrementaron la efectividad de simbiosis, lo cual se expresó en incrementos del rendimiento, obteniéndose una dosis óptima de 60 kg .ha⁻¹ de N para el cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amma, A.T. y J.A. Gonzalez: Cultivo de la batata, requerimientos edáficos, nutrición mineral, fertilización. II Curso Internacional sobre el Cultivo de la Batata. Instituto Nacional de Tecnología Agrícola. San Pedro, Buenos Aires, Argentina. 1990.
2. Badillo, J.F. y M.A. Lugo: Effects four levels of N, P, K and micronutrients and sweet potatos yielding and oxisol. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 40 (4): 597-605, 1976.
3. Barker, A. y D. Pilbeam: Handbook of Plant Nutrition. CRC Press. USA. 613 p. 2007. ISBN: 9780824759049.
4. Cartié, G.; C. Palazón; I. Delgado; J. Barriuso: Estudio de la Influencia de seis factores a tres niveles, sobre el proceso de micorrización de *Quercus ilex* por *Tuber melanosporum* y sobre la mortalidad producida en el mismo. Vº International Congress Science and Cultivation of Truffle. Aix-en-Provence, France, 4-6 de Marzo. 1999.
5. Cenoz, P.J.; A. López; A. Burgos: Efecto de los macro nutrientes en el desarrollo y rendimiento de

Mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000. 2000. En sitio web: http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/5_agrarias/a_pdf/a_061.pdf/ Consultado el 20/01/2015.

6. Cusumano, C; N. Zamudio: Manual técnico para el cultivo de batata (camote o boniato) en la provincia de TUCUMÁN (Argentina). Programa Nacional Hortalizas, Flores y Aromáticas. INTA, Tucumán, Argentina. 2013, 47 p.
7. Díaz, G.; M. Honrubia: Factors affecting mycorrhizal infection of containerized *Pinus halepensis* by *Sui-illus* sp., *Rhizopogon* sp., and *Pisolithus tinctorius* in nur-sery conditions. Abstracts 2º International Conference o Mycorrhiza. ICOM II 51, July 5-10, 1998; Uppsala, Sweden.
8. Estrada, R.N.: La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Plural Editores. Lima, Perú. 2000, 372 p.
9. Fernández, F.; R. Gómez; M.A. Martínez; B.M. Noval: *Producto inoculante micorrizógeno*. Patente No. 22 641. La Habana, Cuba, 2001.
10. Fernández, F.: Manejo de las asociaciones micorrízicas arbusculares (MA) sobre la producción de posturas de cafetos (*C. arabica* L.) en algunos tipos de suelos. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias agrícolas. INCA, La Habana, Cuba. 1999, 118 p.
11. Ferrera-Cerrato, R.; A. Alarcón: Biotecnología de los hongos micorrízicos arbusculares. In: Memoria Simposio de Biofertilización (eds). Río Bravo, Tampa, México. 2004, pp. 1-9.
12. Giletto, C.; M.C. Monti; P. Ceroli; H. Echeverría: Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre la calidad de tubérculos de papa (Var. Innovator) en el sudeste Bonaerense. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 14 (2): 217-222, 2013.
13. Hernández, A.; J. M. Pérez Jiménez y D. Bosch Infante. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto Nacional de Suelos, Ciudad de la Habana, Cuba. 1999, 45 p.
14. Hernández, B.: Estudio comparativo de clones promisorios de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) en diferentes ambientes. Tesis en opción al

título de Máster en Agricultura sostenible, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba. 2006, 69 p.

15. Honrubia, M.; C. Carrillo; J. Peñuelas; S. Domínguez; P. Villar; L. Ocaña: Influencia de la fertirrigación en la micorrización controlada de *Pinus halepensis* en vivero. Actas II Congreso Forestal Español. I Congreso Forestal Hispano-Luso. Irati 97(3): 307-312, 1997.

16. Martín, G.M.; L. Arias; R. Rivera: Selección de las cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) más efectivas para la *Canavalia ensiformis* cultivada en suelo Ferralítico Rojo. *Cultivos Tropicales* 31 (1): 27-31, 2010.

17. MINAG. Instructivo Técnico sobre el cultivo del boniato. Ministerio de la Agricultura. SEDARI/AGRINFOR. Ciudad de la Habana, Cuba. 2008. 24 p.

18. Morales, A.: Ajuste de la fitotecnia de las raíces y tubérculos tropicales. Informe Final de Proyecto Nacional del PNCT Producción de Alimentos. CITMA- MINAG. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. 2000. 150 p.

19. Morales, C.; J.M. Calaña; J. Corbera; R. Rivera: Evaluación de sustratos y aplicación de hongos micorrízicos arbusculares en *Begonia* sp. *Cultivos Tropicales*, 32 (2): 17-22, 2011.

20. Nambiar, I.P.; N. Sadanandan; M. U. Kunju: Effect of graded doses of nitrogen on growth and yield of sweet potato variety. H-42. in red loam soil. *Agricultural Research Journal of Kerala*. 14 (2): 118-120, 1976.

21. Pinkas, Y.; M. Maimon; E. Shabi; S. Elisha; Y. Shmulewicz; S. Freeman: Inoculation, isolation and

identification of *Tuber melanosporum* from old and new oak host in Israel. *Mycol Res*. 104: 472-477, 2000.

22. Rodríguez, S.: Evaluación y recomendación de clones de boniato, yuca, plátano y bananos, resistentes a factores adversos a la producción y su manejo integrado. Informe Final de Proyecto Nacional del PNCT Producción de Alimentos. CITMA- MINAG. Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. 2000, 171 p.

23. 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 presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias agrícolas. INCA, La Habana, Cuba. 2001, 100 p.

24. Sánchez, C.; R. Rivera; C. González; R. Cupull; R. Herrera; M. Varela: Efecto de la inoculación de HMA sobre la producción de posturas de cafetos en tres tipos de suelos del macizo montañoso de Guamuaya. *Cultivos Tropicales* 21 (3): 5-13, 2000.

25. Sandaña. P.; J. Santos; S. Orena; J. Kalazich: Fertilización Nitrogenada para el cultivo de papa en la zona centro-sur de CHILE. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de la Agricultura, Chile. 4p.2012.

26. Talleyrand, M. y L.M.A. Lugo: Effects of levels and three sources of N on sweet potato yield in an ultisol. *Journal Agriculture of University of Puerto Rico*. 60 (1): 9:14, 1976.

Recibido:24/02/2015

Aceptado:25/03/2015