Rev. Agricultura Tropical Vol. 8, No. 2:14-25, julio-diciembre, 2022
ISSN on line: 2517-9292, RNPS: 2397

EFECTO DE LA INOCULACIÓN MICORRÍZICA EN EL CULTIVO DE LA CALABAZA 'INIVIT C-2000', CON EL USO DE LA TECNOLOGÍA DE BALIZADO

Alberto Espinosa Cuellar[1], Miguel Rene Linares Torres[2], José A Cruz Alfonso[1*], Osvaldo Triana Martínez[1] y Odalys Arcia Muñoz[1]
[1] Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apdo. 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Villa Clara, Cuba.
[2] Grupo Empresarial Agropecuario y Forestal Artemisa
**Autor para la correspondencia: hortalizasf@inivit.cu*

Recibido: 31 de marzo de 2022; Aceptado: 13 de julio de 2022

RESUMEN
La crisis económica mundial está obligando a los productores a tratar de comprender el potencial de los sistemas agrícolas sostenibles y a reducir el aporte de fertilizantes químicos a partir del uso de los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA). El proceso de restablecer el nivel natural de la riqueza de los HMA puede representar una alternativa prometedora a las prácticas de fertilización convencionales, con vistas al desarrollo de una agricultura sostenible. Es conocido a través de numerosas investigaciones que el manejo adecuado de estos hongos simbióticos puede de forma potencial disminuir el uso de agroquímicos. El objetivo de este trabajo fue definir el efecto de la inoculación de los HMA en el cultivo de la calabaza, sobre algunas características morfológicas de la planta y el rendimiento. Se utilizaron cuatro tratamientos en un diseño de bloques al azar los que fueron (testigo absoluto, 50 % NPK, inoculación con *Rhizoglomus irregulare*/INCAM-11 + 50 % NPK y 100 % NPK. En cuanto al rendimiento el tratamiento inoculado presentó valores cercanos al 100 % de fertilización mineral, no existieron diferencias entre estos en cuanto a la longitud y diámetro del fruto. El tratamiento inoculado alcanzó mayores valores en cuanto a la longitud y peso fresco de la raíz. Existieron altos coeficientes de determinación entre el diámetro y la longitud del fruto, y entre el peso y la longitud del fruto. Es importante el uso de los HMA en la calabaza balizada pues se alcanzan altos rendimientos y un funcionamiento efectivo de los mismos.
Palabras clave: fertilizante, tratamiento, rendimiento

EFFECT OF MYCORRHIZAL INOCULATION IN THE 'INIVIT C-2000' PUMPKIN CROP, WITH THE USE OF BEACON TECHNOLOGY

ABSTRACT
The global economic crisis is forcing producers to try to understand the potential of sustainable agricultural systems and to reduce the contribution of chemical fertilizers from the use of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF). The process of restoring the natural level of AMF richness may represent a promising alternative to conventional fertilization practices, with a view to developing sustainable agriculture. It is known through numerous investigations that the proper management of these symbiotic fungi could potentially reduce the use of agrochemicals. The objective of this work was to define the effect of AMF inoculation in pumpkin cultivation, on some morphological

characteristics of the plant and yield. Four treatments were used in a randomized block design, which were (absolute control, 50% NPK, inoculation with *Rhizoglomus irregulare*/INCAM-11 + 50% NPK and 100% NPK. Regarding performance, the inoculated treatment presented values close to 100 % mineral fertilization, there were no differences between them in terms of fruit length and diameter. The inoculated treatment reached higher values in terms of root length and fresh weight. There were high coefficients of determination between diameter and length of the fruit, and between the weight and the length of the fruit. It is important to use the AMF in the impaled quash since high yields and an effective functioning of the same are reached.
Keywords: fertilizer, treatment, yield

INTRODUCCIÓN

La aplicación de bioproductos a los cultivos va teniendo cada vez más importancia desde el punto de vista económico y ecológico, además de que actúan como estimuladores o reguladores del crecimiento de las plantas. Los bioproductos se aplican en pequeñas proporciones y pueden aumentar, o modificar diferentes procesos fisiológicos de las plantas, entre ellos están los hongos micorrízicos arbusculares (HMA). Los hongos micorrizógenos son edáficos, simbiontes universales al establecer una asociación mutuamente beneficiosa con el 95 % de las especies vegetales (van der Heidjen *et al.,* 2015). Esta asociación se denomina micorrizas y entre sus beneficios se encuentran, entre otros, incrementar la absorción de nutrientes y agua por las plantas y a la vez las plantas le suministran fuentes de Carbono. Se conoce que una de las principales funciones de los HMA, es extender la superficie de absorción de las raíces en el suelo a través de sus hifas externas y se les considera uno de los componentes más activos de los órganos de absorción de los nutrientes de la planta (Smith y Read, 2008, Corredor, 2008). En la simbiosis, los hongos se benefician a partir de un suministro externo de fuentes carbonadas y la planta, gracias a las hifas o micelio extrarradical asociados a sus raíces, incrementan su capacidad de absorción de agua y nutrientes. Existe una mayor exploración del suelo, promoviendo un mayor crecimiento y desarrollo de la planta (Sánchez *et al*., 2009; Willys *et al.,* 2013; Yang *et al.,* 2014). El objetivo de esta investigación fue definir el efecto de la inoculación de los HMA en el cultivo de la calabaza, sobre algunas características morfológicas de la planta y el rendimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el área de experimentación Hortícola del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). El cultivar utilizado fue 'INIVIT C- 2000'. La distancia de plantación utilizada fue de 6 x 1 m (1666 plantas ha^{-1}) según (MINAG, 2012). El inoculante se preparó a partir de la cepa *Rhizoglomus irregulare* (Sieverding, *et al.,* 2014) INCAM-11, DAOM711363, la cual ha sido recomendada como cepa eficiente de HMA para estas condiciones y utilizada por diferentes investigadores con resultados satisfactorios en diversos cultivos (Rivera *et al*., 2015). El inoculante se produjo en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Mayabeque, Cuba. Se utilizó *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster, como planta hospedera y se siguió el protocolo descrito por Fernández *et al.* (2000). El mismo poseía diferentes propágulos como esporas, raicillas infectivas y micelios, aunque solo se contabilizaron las primeras con un título entre 25 y 30 esporas g^{-1}. La inoculación se realizó con una dosis de 10 g

por nido (17 kg ha^{-1}) en el momento de la plantación (Ruíz *et al.,* 2012). Para lograr que la inoculación se realizara en la raíz principal de la misma y no en las demás raíces que se desarrollan durante el crecimiento y desarrollo del cultivo, para disminuir el margen de error de la inoculación en el tratamiento inoculado. El cultivar de calabaza se balizo cuando comenzaron a desarrollarse los primeros zarcillos y se fertilizó en el momento de la siembra con fórmula completa (9-13-17), con una dosis de 0,75 t ha^{-1} (MINAG, 2012).

Tratamientos

1. Testigo absoluto
2. 50 % NPK
3. HMA (*Rhizoglomus irregulare*/INCAM-11) + 50 % NPK
4. 100 % NPK

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y en cada tratamiento se evaluaron ocho plantas.

Evaluaciones realizadas

1. Diámetro de la hoja: (cm) (se realizó a la octava hoja activa desde la base) se utilizó una regla graduada de 30 cm.
2. Diámetro del tallo: (mm) (medido a los cinco centímetros de la base a la raíz) para ello se dispuso de un pie de rey.
3. Longitud de la raíz (cm): (desde la base del tallo hasta la cofia) con una lienza de cinco metros.
4. Longitud del fruto (cm): con una lienza de cinco metros.
5. Peso del fruto (kg): con una balanza de hasta 10 kg.
6. Peso de la raíz (gramos): con una balanza analítica.
7. Rendimiento: t ha^{-1}.

Se verificaron en cada caso los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza por las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene. Los datos se procesaron mediante el paquete estadístico IBM SPSS versión 11.5 (SPSS, 2012). Se realizaron los ANOVA de acuerdo con el diseño utilizado y cuando las interacciones fueron significativas los datos se presentaron en base a estas. Siempre que los ANOVA fueron significativos, la comparación entre las medias se realizó por la Prueba de Tukey para $P \leq 0,05$. Se realizaron análisis de regresión entre la longitud y el diámetro del fruto, el peso y la longitud del fruto y entre longitud y el peso fresco de la raíz.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tablas 1 y 2 muestran el efecto de los diferentes tratamientos en las variables morfo- agronómicas de la calabaza en dos años de investigación. En cuanto a la longitud del fruto en el primer año no existió diferencias entre los tres y cuatro (50 % NPK + HMA (inoculado con (*Rhizoglomus irregulare*/INCAM-11), 100 % NPK), en el año 2 solo el tratamiento cuatro tuvo los mayores valores con diferencias sobre los demás, en el caso del diámetro del fruto no existieron diferencias significativas entre el tratamiento inoculado y el máximo de fertilización mineral en ambos años. Para el peso del fruto y el rendimiento por hectárea el tratamiento 100 % NPK alcanzó los mayores valores con diferencias significativas respecto a los demás, pero el rendimiento del tratamiento donde se utilizó los HMA alcanzó rendimientos cercanos al mismo.

Tabla 1. Efecto de la inoculación con hongos micorrízicos y dosis media de fertilizante mineral en variables morfo-agronómicas de la calabaza 'INIVIT C-2000' en el año 1.

Tratamiento	Peso del fruto (kg)	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Rendimiento (t ha^{-1})
1	3,04 d	31,47 c	4,34 c	4,87 d
2	3,93 c	35,77 b	6,14 b	6,11 c
3	5,06 b	38,86 a	6,74 a	8,09 b
4	5,82 a	39,67 a	6,76 a	9,31 a
Es $\overline{x}$	0,03*	0,16*	0,02*	0,03*

*La comparación entre medias de tratamientos, se realizó a partir intervalo de confianza (IC) para P≤0,05, utilizando el percentil de la prueba de Tukey.
Leyenda: 1-testigo absoluto, 2-50 % NPK, 3-50 % NPK + HMA (inoculado con (*Rhizoglomus irregulare*/INCAM-11) ,4-100 % NPK.

Tabla 2. Efecto de la inoculación con hongos micorrízicos y dosis media de fertilizante mineral en variables morfo-agronómicas de la calabaza 'INIVIT C-2000' en el año 2.

Tratamiento	Peso del fruto (kg)	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Rendimiento (t ha^{-1})
1	3,08 d	31,52 d	4,33 c	4,87 d
2	3,98 c	35,84 c	6,13 b	6,18 c
3	5,09 b	37,95 b	6,65 a	8,09 b
4	5,81 a	39,27 a	6,68 a	9,31 a
Es $\overline{x}$	0,02*	0,13*	0,03*	0,04*

*La comparación entre medias de tratamientos, se realizó a partir intervalo de confianza (IC) para P≤0,05, utilizando el percentil de la prueba de Tukey.
Leyenda: 1-testigo absoluto, 2-50 % NPK, 3-50 % NPK + HMA (inoculado con (*Rhizoglomus irregulare*/INCAM-11) ,4-100 % NPK.

Diversos autores (Entry *et al.,* 2002; Bucher, 2007; Netto, 2008; Hodge y Storer, 2015; Zhang *et al.,* 2018) plantearon que los beneficios asociados al funcionamiento micorrízico son diversos y pueden ser resultado de varios mecanismos, como el aumento de la superficie de exploración del suelo, elevación de la capacidad de absorción de las raíces, toma de nutrientes no accesibles para las raíces no micorrizadas, cooperación con otros microorganismos en la rizosfera, amortiguación de los efectos adversos del pH del suelo, metales pesados, salinidad y el estrés hídrico entre otros.
Las disminuciones de los requerimientos de fertilizantes pudieron ser consecuencia de una simbiosis micorrízica efectiva, la cual se manifestó no solo con el incremento de los rendimientos, sino también en la longitud y peso de la raíz, resultados similares encontró (Espinosa, 2021) en el cultivo del boniato.
Las Figuras 1 y 2 muestran los coeficientes de determinación evaluados los que alcanzaron valores de 91,9 % entre el diámetro del fruto y la longitud del mismo para este cultivar, aspecto que se puede valorar como importante en el momento de la cosecha, debido a que si esta relación es positiva podemos esperar un mayor rendimiento.

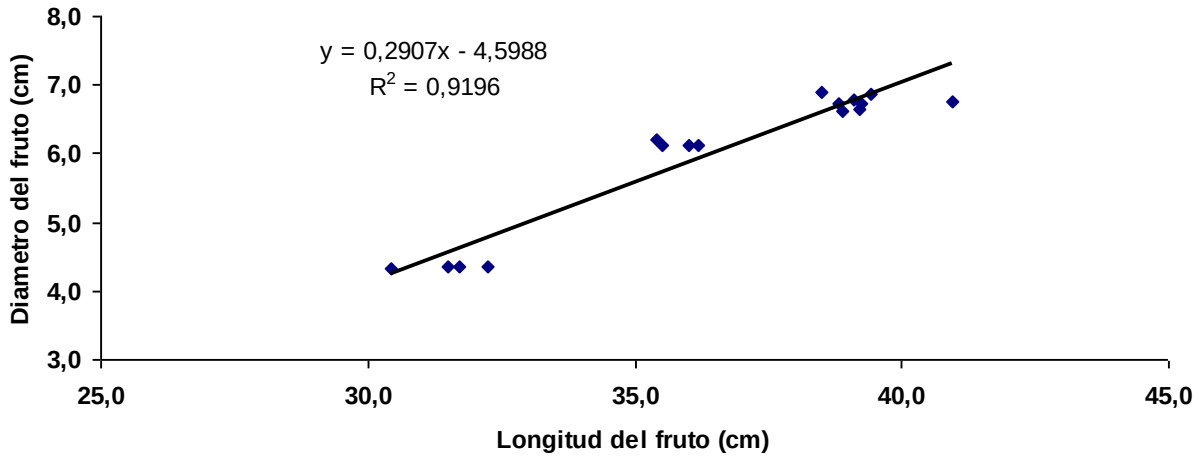


Figura 1. Coeficiente de determinación entre la longitud y el diámetro del fruto en el momento de la cosecha (año 1).

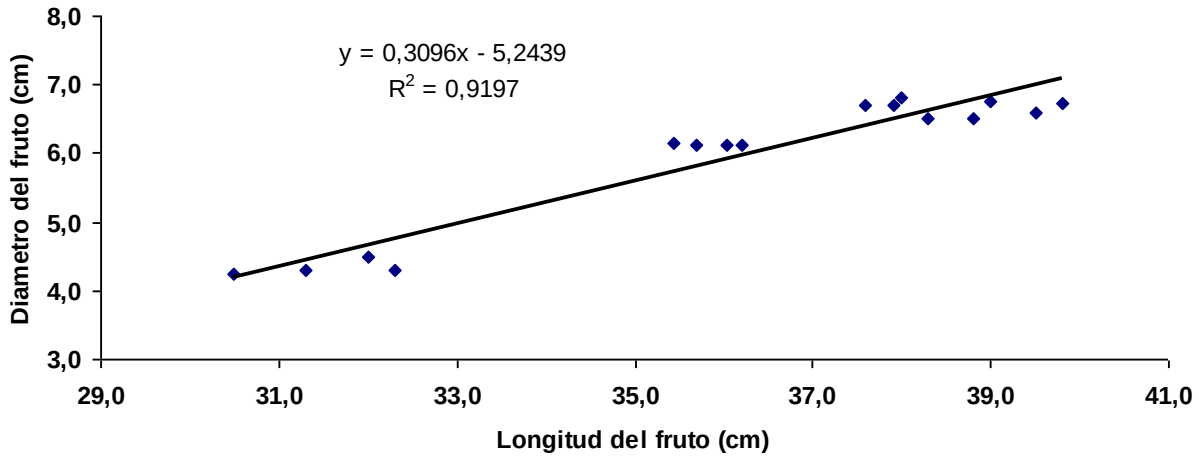


Figura 2. Coeficiente de determinación entre la longitud y el diámetro del fruto en el momento de la cosecha (año 2).

De igual manera existe alto coeficiente de determinación entre el peso del fruto y su longitud siendo esta de un 91,5 y 91,9 % como lo reflejan las figuras 3 y 4. Aspecto muy importante en el momento de pronosticar el rendimiento a alcanzar por área plantada. Estos dos caracteres morfológicos están vinculados si tenemos en cuenta que una planta de calabaza puede crecer en un periodo de 7 días entre 20 y 30 cm si las condiciones son optimas para su crecimiento. Lo que influye directamente en el crecimiento y diámetro del fruto para llegar a su madurez fisiológica y al momento de la cosecha.

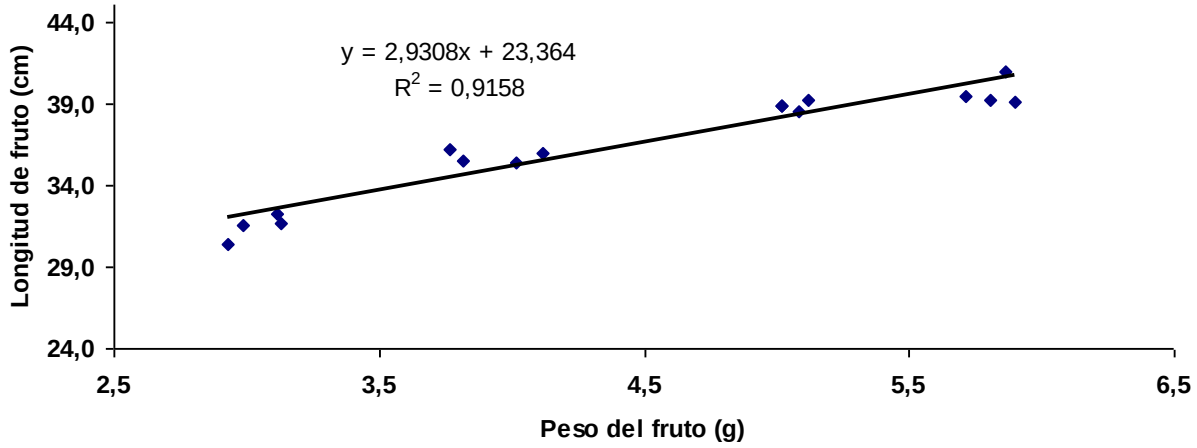


Figura 3. Coeficiente de determinación entre el peso y la longitud del fruto (año 1).

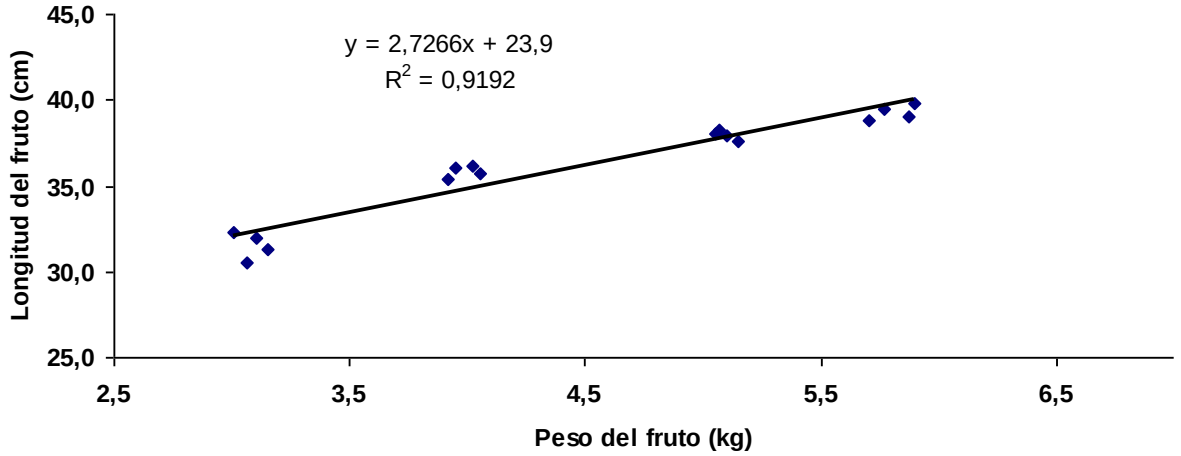


Figura 4. Coeficiente de determinación entre el peso y la longitud del fruto (año 2).

La raíz es un órgano muy importante en todas las plantas, pues contribuye al anclaje o sostén de las mismas y a través de ellas obtienen los diferentes nutrientes o nutrimentos del suelo. Las Tablas 3 y 4 muestran el efecto de los diferentes tratamientos en la longitud y peso fresco de la raíz y el diámetro del tallo. Tanto la longitud como el peso fresco de la raíz alcanzaron mayores valores (77,54 cm y 56,57 gramos) en el tratamiento inoculado con el hongo micorrízico con diferencias significativas sobre el resto, lo que demuestra el efecto positivo de la inoculación y le puede permitir a la planta explorar mayores proporciones del suelo y hacer más efectivo la toma de nutrientes. Para el diámetro del tallo no existieron diferencias significativas entre el tratamiento inoculado y el tratamiento 100 % NPK y si con el resto de los tratamientos.

El mayor crecimiento de la raíz se puede deber a un funcionamiento micorrízico efectivo en las plantas y se asocia con una mayor capacidad de absorción de los nutrientes que se encuentran en el suelo (Sanchez de Praguer, 2007), mayor toma de agua y

tolerancia al estrés hídrico (Ruíz-Lozano *et al.,* 2012), reducción del daño provocado por patógenos y nemátodos (Berbara *et al.,* 2006; Pozo y Azcón, 2007), mayor vigor y sanidad en general.

Tabla 3. Efecto de la inoculación en presencia de dosis medias de fertilizante mineral en variables morfológicas de la raíz y el tallo de la calabaza 'INIVIT C-2000' en el año 1.

Tratamiento	Longitud de la raíz (cm)	Peso fresco de la raíz (g)	Diámetro del tallo (cm)
1	35,57 d	27,99 d	1,51 c
2	44,21 c	34,96 c	1,85 b
3	77,54 a	56,58 a	1,94 a
4	47,09 b	36,87 b	1,94 a
Es $\bar{x}$	0,13*	0,12*	0,01*

*La comparación entre medias de tratamientos, se realizó a partir intervalo de confianza (IC) para P≤0,05, utilizando el percentil de la prueba de Tukey.
Leyenda: 1-testigo absoluto, 2-50 % NPK, 3-50 % NPK + HMA (inoculado con (*Rhizoglomus irregulare*/INCAM-11) ,4-100 % NPK.

Tabla 4. Efecto de la inoculación en presencia de dosis medias de fertilizante mineral en variables morfológicas de la raíz y el tallo de la calabaza 'INIVIT C-2000' en el año 2.

Tratamiento	Longitud de la raíz (cm)	Peso fresco de la raíz (g)	Diámetro del tallo (cm)
1	35,31 d	26,38 d	1,51 c
2	44,17 c	35,04 c	1,64 b
3	76,24 a	55,66 a	1,91 a
4	47,68 b	36,73 b	1,92 a
Es $\bar{x}$	0,18*	0,19*	0,01*

*La comparación entre medias de tratamientos, se realizó a partir intervalo de confianza (IC) para P≤0,05, utilizando el percentil de la prueba de Tukey.
Leyenda: 1-testigo absoluto, 2-50 % NPK, 3-50 % NPK + HMA (inoculado con (*Rhizoglomus irregulare*/INCAM-11) ,4-100 % NPK.

El mayor crecimiento de la raíz se puede deber a un funcionamiento micorrízico efectivo en las plantas y se asocia con una mayor capacidad de absorción de los nutrientes que se encuentran en el suelo (Sanchez de Praguer, 2007), mayor toma de agua y tolerancia al estrés hídrico (Ruíz-Lozano *et al.,* 2012), reducción del daño provocado por patógenos y nemátodos (Berbara *et al.,* 2006; Pozo y Azcón, 2007), mayor vigor y sanidad en general.
Las Figuras 5 y 6 ilustran los coeficientes de determinación entre la longitud de la raíz y su peso fresco siendo en ambos años de un 99 %. Es natural pensar que en la medida que la raíz tenga mayor longitud tendrá mayor peso fresco, unos de los factores que pueden influir sobre ellos además del contenido de agua que se presenta en aquel tratamiento donde se inoculó y que efectivamente alcanzó mayor longitud y mayor peso fresco. Al mantener todas las condiciones agrotécnicas según lo establecido y los niveles de humedad en el suelo, podemos inferir que estos resultados pueden deberse

al efecto positivo de los HMA sobre la absorción de los diferentes elementos en el suelo y a su vez mayor toma de agua.

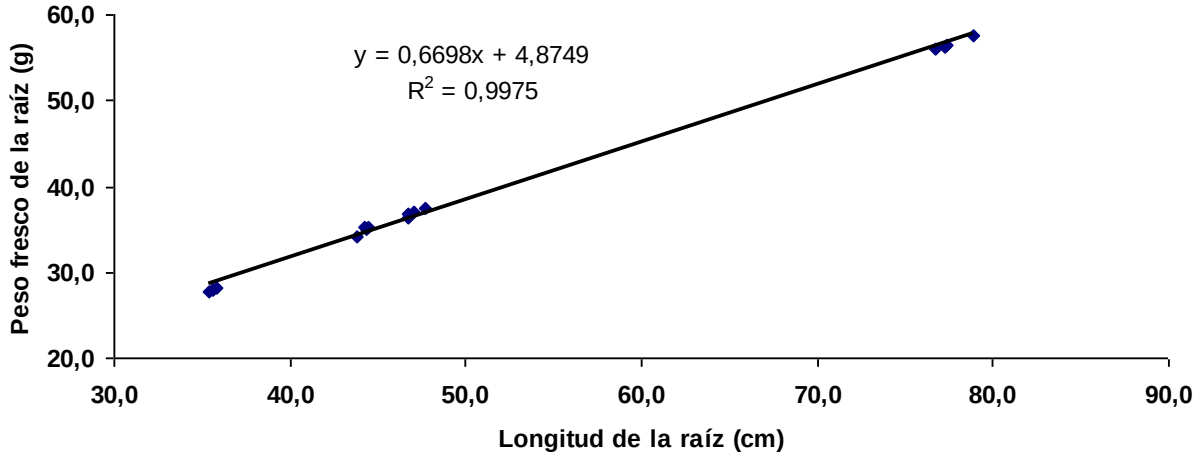


Figura 5. Coeficiente de determinación entre la longitud y el peso fresco de la raíz (año 1).

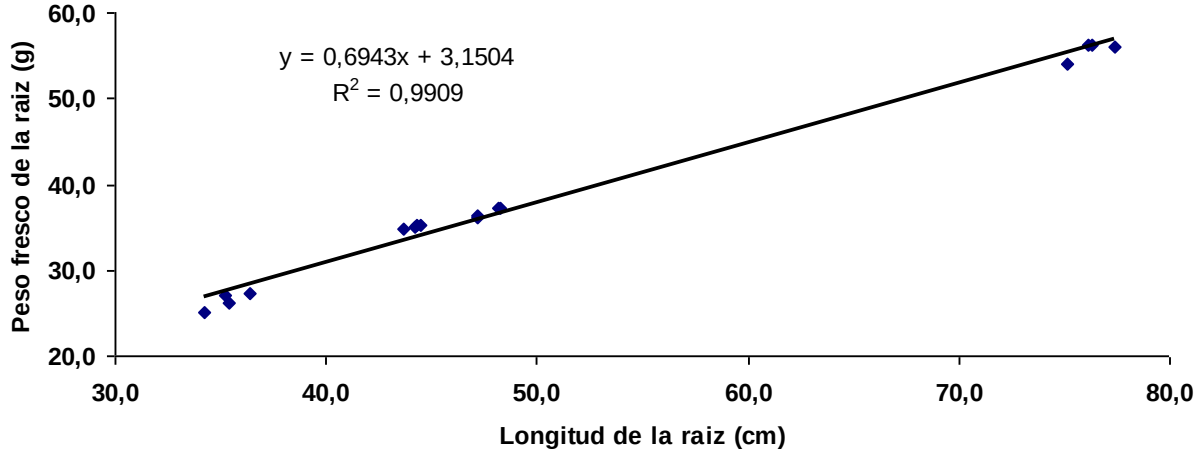


Figura 6. Coeficiente de determinación entre la longitud y el peso fresco de la raíz (año 2).

Diversos estudios han mostrado la eficiencia de los hongos micorrízicos en la promoción del crecimiento de plantas como *Agave angustifolia* Haw. (Robles-Martínez *et al.,* 2013), *Aloe vera* L. (Mota-Fernández *et al.,* 2011), *Agave tequilana* Weber, var. Azul (Pimienta-Barrios *et al.,* 2009) y *Agave inaequidens* K. Koch (Quiñones-Aguilar *et al*., 2016).

Estudios previos han revelado efectos positivos de la aplicación de P sobre el crecimiento de agaváceas, variables como altura de planta, número de hojas desplegadas, diámetro de tallo y acumulación de biomasa son las que mejor respuesta han presentado (Luna-Luna *et al.,* 2017).

Ramos *et al.* (2013) plantearon que el efecto de los microorganismos rizosféricos como biofertilizantes sobre el peso de los frutos permite ahorrar eficientemente el 25 % de la

fertilización mineral y además aumentar el número de frutos. Por lo que se infiere que con el uso de las micorrizas se produce una estimulación de la formación de frutos.

CONCLUSIONES

En el cultivo de la calabaza con tecnología balizado, se puede hacer uso de los hongos micorrízicos arbusculares con una respuesta efectiva de los mismos y un incremento en los rendimientos.

RECOMENDACIONES

Utilizar la dosis de 10 gramos por nido de inoculante micorrízico en la calabaza balizada, vinculándolo con el 50 % de la fertilización mineral.

BIBLIOGRAFIA

BERBARA, R.L.L.; SOUZA, F.A.; FERNANDES, M.S. 2006. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: Fernandes, M. S. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. Viçosa: Sociendade Brasileira de Ciência do Solo. p. 53-88.

BUCHER, M. 2007. Functional biology of plant phosphate uptake at root and mycorrhiza interfaces. *New Phytologist*. 173(1): 11-26.

CORREDOR, GLORIA A. 2008. Micorrizas arbusculares: Aplicación para el manejo sostenible de los agroecosistemas. http://www.turipana.org.co/Micorrizas.html. Consulta: 17 de marzo del 2014.

ENTRY, I.A.; RYGIEWICZ, P.T.; WATRUD, L.S.; DONNELLY, P.K. 2002. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of Arbuscular mycorrhizas. Advances in Environmental Research, 7: 123-138.

ESPINOSA, A. 2021. “Factibilidad y beneficios de la inoculación micorrízica arbuscular en la producción de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)”. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de la Habana. 171 p.

FERNÁNDEZ, F.; GÓMEZ, R.; MARTÍNEZ, M. A.; NOVAL, B. M. DE LA.; RIVERA R. 2000. *Producto inoculante micorrizógeno*. Patente No. 22 641. Cuba.

HODGE, A.; STORER, K. 2015. Arbuscular mycorrhiza and nitrogen: implications for individual plants through to ecosystems. *Plant and Soil*, vol. 386, p. 1-19. ISSN 0032-07. doi 10.1007/s11104-014-2162-1.

LUNA-LUNA, S., J. R. ENRÍQUEZ V., G. RODRÍGUEZ O., J. C. CARRILLO R. y V. A. VELASCO V. 2017. Anatomía y morfología de plantas micropropagadas-aclimatadas de *Agave potatorum* Zucc. fertirrigadas en vivero. *Rev. Fitotec. Mex.* 40: 491-494.

MINAG. 2012. Instructivo Técnico sobre el cultivo de la calabaza. Ministerio de la Agricultura. SEDARI/AGINFOR. Ciudad de la Habana, Cuba: 24 p.

MOTA-FERNÁNDEZ, S., J.D. ÁLVAREZ-SOLIS, M. ABUD-ARCHILA, L. DENDOOVEN, and A.F. GUTIÉRREZ-MICELI. 2011. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus concentration on plant growth and phenols in micropropagated *Aloe vera* L. plantlets. J. Med. Plants Res. 5: 6260-6266. doi: https://doi.org/10.5897/JMPR11.271.

NETTO, D.V. 2008. Apuntes de clase-Facultad de Agronomía. U.B.A. Biología. Las plantas y los minerales. Disponible en: http://www.fisicanet.com.ar/biologia/fisiologia/ap01_absorcion_de_minerales.php.

PIMIENTA-BARRIOS, E., J. ZAÑUDO-HERNANDEZ y E. LÓPEZ ALCOCER. 2009. Efecto de las micorrizas arbusculares en el crecimiento, fotosíntesis y anatomía foliar de plantas jóvenes de *Agave tequilana*. *Acta Bot. Mex*. 89: 63-78.

POZO M. J.; AZCÓN-AGUILAR C. 2007. Unraveling mycorrhiza-induced resistance. Current Opinion in *Plant Biology*, 10: 393-398. ISBN: 1369-5266.

QUIÑONES-AGUILAR, E. E., A.C. MONTOYA-MARTÍNEZ, G. RINCÓN-ENRIQUEZ, P. LOBIT, and L. LÓPEZ-PÉREZ. 2016. Effectiveness of native arbuscular mycorrhizal consortia on the growth of *Agave inaequidens*. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 16: 1052-1064. doi: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162016005000077.

RAMOS HERNÁNDEZ, L., REYNA GARCÍA, Y., LESCAILLE ACOSTA, J., TELO CRESPO, L., AROZARENA DAZA, N.J., RAMÍREZ PEÑA, M. y MARTÍN ALONSO, G.M. 2013. Hongos micorrízicos arbusculares, Azotobacter chroococcum, Bacillus megatherium y FitoMas-E: una alternativa eficaz para la reducción del consumo de fertilizantes minerales en *Psidium guajava*, L. var. Enana Roja cubana. *Cultivos Tropicales*, 34(1), 05-10.

RIVERA R.; GONZÁLEZ P.J.; HERNÁNDEZ-JIMÉNEZ A. *et al*. 2015. La importancia del ambiente edáfico y del pH sobre la efectividad y la recomendación de cepas eficientes de HMA para la inoculación de los cultivos. VIII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, del 2 al 5 de Junio. La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-296-039-8.

RUÍZ, L.; SIMÓ, J.; RODRÍGUEZ, S.; RIVERA, R. 2012. Las micorrizas en cultivos tropicales. Una contribución a la sostenibilidad agroalimentaria. Editorial Académica Española, 239 p. ISBN: 978-3-8484-5382-5.

RUÍZ-LOZANO, J. M.; PORCEL, R.; BÁRZANA, G.; AZCÓN-AGUILAR, R.; AROCA, R. 2012. Contribution of arbuscular mycorrhizal symbiosis to plant drought tolerance. State of the art. In: Plant Responses to Drought Stress: From Morphological to Molecular Features. Ed. R. Aroca. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, p. 335-362. ISBN: 978-3-642-32652-3.

SANCHEZ DE PRAGUER, M. 2007. Las endomicorrizas: Expresión bioedáfica de importancia en el trópico. Universidad Nacional de Colombia. Palmira: 115-175.

SÁNCHEZ, C.; CABALLERO, D.; CUPULL, R.; GONZÁLEZ, C.; URQUIAGA, S.; RIVERA; R. 2009. Los abonos verdes y la inoculación micorrízica de plántulas de *Coffea arabica* sobre suelos Cambisoles Gléyicos. *Cultivos Tropicales*, 30 (1): 25-30.

SIEVERDING, E.; DA SILVA G. A.; BERNDT, R.; OEHL, F. 2014. *Rhizoglomus*, a new genus of the *Glomeraceae*. *Mycotaxon*, 129 (2): 373-386. ISSN: 0093-4666.

SMITH, S.E.; READ, D.J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, Cambridge, UK.

SPSS. 2012. Statistical Package for the Social Sciences.Versión 2.1. Manual del usuario del sistema básico de IBM. [En línea]. [Consultado: abril de 2014].Disponible en: http://www-01.ibm.com/sofware/es/stats21/.

van DER HEIJDEN, M.G.A.; Martin, F.C.; Selosse, M.A.; Sanders, I. R. 2015. Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future. *New Phytologist* 205: 1406-1423. doi: 10.1111/nph.13288.

WILLYS, A.; RODRIGUES, B. F.; HARRIS, P. J. C. 2013. The Ecology of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Critical Reviews in *Plant Sciences*, 32: 1-20. ISBN: 0735-2689. DOI: 10.1080/07352689.2012.683375.

YANG, W. C.; ELLOUZE, A.; NAVARRO-BORRELL, A.; ESMAEILI T., R.; KLABI, M.; DAI, Z. K.; HAMEL, C. 2014. Management of the Arbuscular Mycorrhizal

Symbiosis. Sustainable Crop Production. Editor Solaiman Z. M. Mycorrhizal Fungi: Use in Sustainable *Agriculture and Land Restoration*. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 89-118. DOI: 10.1007/978-3-662-45370-4-7.

ZHANG, L., FAN, J., FENG, G., DECLERCK, S. 2018. The arbuscular mycorrhizal fungus *Rhizophagus irregularis* MUCL 43194 induces the gene expression of citrate synthase in the tricarboxylic acid cycle of the phosphate-solubilizing bacterium *Rahnella aquatilis* HX2. Mycorrhiza https://doi.org/10.1007/s00572-018-0871-7.