

Efecto de la fertilidad del sustrato en la respuesta de *Theobroma cacao* L. a la micorrización ¹

Fernando Fulgencio-Selva Hernández*, Carlos Alberto Bustamante-González** y Yusdel Ferrás-Negrín***

Resumen

La investigación se desarrolló en el vivero La Fidelina, de la Empresa Agro-Forestal y Coco Baracoa, Guantánamo, Cuba, para conocer el efecto de la fertilidad del sustrato en la respuesta del *Theobroma cacao* L. a la micorrización. Se utilizaron semillas híbridas certificadas por la Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa. Se empleó un suelo Pardo mullido sin carbonatos. En un diseño completamente aleatorizado con arreglo bifactorial se estudió la combinación de dos proporciones de suelo-humus de lombriz (5:1 y 7:1 volumen/volumen) y cuatro cepas de HMA: sin inoculación, *Glomus cubense*, *Glomus intraradices* y *Funneliformis mosseae*. El inóculo se aplicó en dosis de 10 g por bolsa debajo de la semilla. Al alcanzar las plantas los cinco meses de sembrada, en cinco posturas de las 10 que conformaron cada tratamiento, se evaluó la altura, diámetro del tallo, masa seca, área foliar, índice de calidad e índice de eficiencia. Las posturas de *Th. cacao* respondieron a la inoculación de las diferentes cepas de micorrizas. El efecto de la inoculación micorrízica se diferenció de acuerdo a la riqueza del sustrato. *Glomus intraradices* resultó la cepa más promisoría y mostró una mejor acción al inocularla en el sustrato con menor fertilidad. En la proporción 7:1 incrementó la altura en un 9 %, la masa seca y el índice de calidad en un 30 % y el área foliar en un 74 % con relación al testigo. La eficiencia de *G. cubense* para la masa seca fue superior en el sustrato con mayor fertilidad (5:1), mientras que la de *F. mosseae* lo hizo en el sustrato con menor fertilidad.

Palabras clave: micorrizas, cacao, sustrato, fertilidad, inoculación.

Abstract

The investigation was developed in La Fidelina nursery of the Agroforest Enterprise and Coco Baracoa, Guantánamo, Cuba, to know the effect of the substratum fertility in the answer of the *Theobroma cacao* L. to the micorrhization. Certified hybrid seeds were used by the Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa. A Brown loose soil without carbonates was used. In a totally randomized with arrangement Bifactorial design the combination of two proportions of worm soil-humus it was studied (5:1 and 7:1 volumen/volumen) and four stumps of HMA: without inoculation, *Glomus cubense*, *Glomus intraradices* and *Funneliformis mosseae*. The inoculum in dose of 10 g by bag under the seed was applied. When the plants reach the five months of having sowed, in 5 postures of 10 that conformed each treatment, were evaluated the height, the diameter of the shaft, the dry mass, the foliate area, the quality index and the efficiency index. The postures of *Th. cacao* L. responded to the inoculation of the different mycorrhizas stumps. The effect of the mycorrhizal inoculation differed according to the wealth of the substratum. *Glomus intraradices* was the most promissory stump and it showed a better action when inoculating in the substratum with smaller fertility. In the proportion 7:1 it increased the height in 9 %, the dry mass and the quality index in 30 % and the foliate area in 74 % with relationship to the witness. The efficiency of *G. cubense*, for the dry mass, was superior in the substratum with more fertility (5:1), while that of *F. mosseae* made it in the substratum with smaller fertility.

Key words: mycorrhizas, cocoa, substratum, fertility, inoculation.

¹ Recibido: 10/5/2019

Aprobado: 11/7/2019

* Estación Experimental Agro-Forestal Baracoa, Guantánamo. fernando@inafbcoa.gtm.minag.cu

** Estación Experimental Agro-Forestal Tercer Frente, Santiago de Cuba. nutricion1@tercerfrente.inaf.co.cu

*** Estación Experimental Agro-Forestal Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara, Cuba. yusdel@jibacoa.inaf.co.cu

Introducción

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es considerado como uno de los cultivos perennes más importantes del mundo, y es explotado comercialmente para la producción de semillas principalmente destinadas a la fabricación de chocolate, además de su gran potencial en las industrias alimentaria, cosmética y farmacéutica (Navarro y col., 2014). Constituye uno de los cultivos tradicionales de la estructura agraria en las zonas montañosas del oriente cubano, y desde su introducción ha contribuido notablemente a la diversificación agrícola (Selva y col., 2004).

La baja fertilidad de los suelos, así como la escasez de abonos orgánicos, es una limitante en la conformación de sustratos adecuados para la producción de posturas de cacao, por lo que se impone la búsqueda de alternativas nutricionales para resolver la fertilización de las posturas en esta fase, entre las que se encuentran la utilización de las micorrizas.

La simbiosis micorrízica se puede encontrar en casi todos los ecosistemas. La mayoría de las especies vegetales son capaces de formar esta simbiosis, que tiene entre otras las ventajas de incrementar la absorción de nutrientes (especialmente fósforo), la tasa de crecimiento, las actividades hormonales y por ende el desarrollo de las plantas (Kumar *et al.*, 2017; Viera y col., 2017 y Rivera y col., 2016).

El cacao y el café son cultivos altamente dependientes de las micorrizas, y la efectividad de su uso puede ser más efectiva en la fase de vivero (Miyakasa y Habte, 2001).

Azizah y Ragu (1984) y Azizah y Ragu (1986) demostraron el incremento de la actividad radicular de las plantas inoculadas con micorriza en Malasia, así como el efecto depresivo de altos niveles de fósforo en la inoculación de las posturas de cacao con *Gigaspora margarita*.

En Cuba las investigaciones sobre el efecto de las micorrizas han demostrado la acción positiva de las mismas en el crecimiento y absorción de nutrientes por las posturas del cafeto (Rivera y col., 1997 y Bustamante y col., 2002).

En experimentos con cafetos Fernández (1999) estableció la dependencia entre la eficiencia de los hongos micorrizógenos y el tipo de suelo; sin embargo, no se han realizado estudios similares para *Theobroma cacao* L. Esta investigación se realizó para conocer el efecto de la inoculación de cepas de micorrizas en el crecimiento de

posturas de cacao cultivadas en sustratos con diferente fertilidad.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló desde octubre de 2017 hasta febrero de 2018 en el vivero de la Empresa Agro-Forestal y Coco Baracoa, Guantánamo, Cuba, localizado en La Fidelina, Los Hoyos de Sabanilla, a 28 msnm.

En un diseño completamente aleatorizado con arreglo bifactorial, se estudiaron los ocho tratamientos resultantes de la combinación de dos proporciones de suelo-humus de lombriz (5:1 y 7:1) y cuatro cepas de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA): sin inoculación, *Glomus cubense* (*G. cubense*), *Glomus intraradices* (*G. intraradices*) y *Funneliformis mosseae* (*F. mosseae*).

Por tratamientos se distribuyeron 10 plantas y se evaluaron cinco de ellas (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

	Sustratos	Cepas de HMA
1	5:1	Sin inoculación (testigo)
2	5:1	<i>Glomus cubense</i>
3	5:1	<i>Glomus intraradices</i>
4	5:1	<i>Funneliformis mosseae</i>
5	7:1	Sin inoculación
6	7:1	<i>Glomus cubense</i>
7	7:1	<i>Glomus intraradices</i>
8	7:1	<i>Funneliformis mosseae</i>

Los inóculos de HMA utilizados fueron producidos en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas con 23 esporas • g⁻¹ de suelo. Las micorrizas se aplicaron debajo de las semillas en dosis de 10 g por bolsa de polietileno de 25 cm de ancho por 30 cm de alto. Se utilizaron semillas híbridas obtenidas del cruzamiento de UF-650 X Pound-12 certificadas por la Estación Experimental Agro-Forestal de Baracoa. Se colocaron dos semillas por bolsa para posteriormente dejar una.

Para la conformación del sustrato se utilizó un suelo Pardo mullido sin carbonato (Hernández y col., 2015) y humus de lombriz en proporciones 5:1 y 7:1 (volumen/volumen). Los análisis de suelo y los sustratos se realizaron en el laboratorio de suelos de Guantánamo.

Como sombra en el vivero se utilizó la malla polisombra 50 % Rafia Zarán. Las atenciones culturales a las posturas en vivero se realizaron según Cuba (1987).

A los cinco meses de sembradas las semillas, en 5 de las 10 posturas que conformaron cada tratamien-

to, se evaluó la altura (cm) con una regla graduada, la masa seca (g) a 70 °C por 72 h en estufa hasta peso constante, el área foliar (cm²) por el método de Navarro y col. (1998), el índice de calidad por la fórmula de Dickson *et al.* (1960) y el índice de eficiencia por la fórmula de Siqueira y Franco (1988). El índice de eficiencia (IE) fue reportado por Siqueira y Franco (1988) para evaluar la dependencia micorrízica y expresa los efectos a través de los incrementos relativos frente a un testigo, y permite comparar experimentos conducidos en diferentes condiciones edafoclimáticas, períodos de crecimiento y sistemas de siembra diferentes.

Para el análisis de varianza clasificación simple y la comparación de medias se empleó el paquete estadístico v 1.0 (InfoStat, 2012). Las medias de los tratamientos se compararon a través la prueba de Duncan, con $p < 0,05$ % como criterio comparativo entre estos.

Resultados y discusión

Los sustratos cumplieron con los requerimientos de fertilidad exigidos para el cultivo del cacao por las Instrucciones Técnicas (Cuba, 1987). Los contenidos de materia orgánica y potasio se redujeron al disminuir la participación del humus de lombriz en los sustratos (Tabla 2).

Tabla 2. Propiedades químicas del suelo y los sustratos

	pH KCl	M.O. (%)	P_2O_5	K_2O
			Mg • 100 g ⁻¹	
Suelo	5,06	4,62	11,2	34,5
Sustrato 5/1	6,66	6,89	39,5	7,83
Sustrato 7/1	6,52	5,10	38,0	3,46

El análisis de varianza mostró diferencias significativas para los factores en estudio y la interacción de ambos (Tabla 3).

Se observó un comportamiento diferenciado del factor cepas sobre los indicadores evaluados. *G. intraradices* incrementó significativamente la altura en un 9 %, la masa seca y el índice de calidad en un 30 % y el área foliar en un 74 % con relación al testigo, mientras que *F. mosseae* y *G. cubense* incrementaron este indicador en un 33 % y un 24 %, respectivamente, aunque fueron similares estadísticamente.

Rivera y col. (1997) encontraron que el área foliar posee un carácter integrador del crecimiento de las posturas de cafetos y utilizan el mismo como criterio para la diferenciación del efecto de las cepas de micorrizas en experimentos con ese cultivo. Similar comportamiento se observó las posturas de cacao, ya que el área foliar, entre los indicadores evaluados, reflejó de manera más acentuada el efecto que las cepas de HMA.

Se destaca que *G. cubense*, cepa con la cual se han alcanzado resultados promisorios en diversos cultivos, no tuvo un funcionamiento adecuado en estas condiciones, pues los valores de altura y masa seca fueron similares estadísticamente a los obtenidos en el testigo (Tabla 3).

La acción de las cepas en el área foliar de las posturas de cacao brindó información interesante sobre la micorrización en las condiciones de cultivo de Baracoa. Se destaca que la no micorrización limitó significativamente el crecimiento, pues en los tratamientos sin inoculación en ambas proporciones se observaron los menores valores de área foliar (Tabla 3). *G. cubense* ha sido una de las cepas más estudiada en Cuba, y se ha destacado su efecto positivo en diversas condiciones edafoclimáticas del país y en diversos cultivos (Rivera y col., 2016); sin embargo, en las condiciones experimentales su efecto fue inferior al de *G. intraradices*, y se debe destacar que al disminuir la fertilidad del sustrato de 5:1 a 7:1 su efectividad en el área foliar disminuyó y llegó a valores similares estadísticamente al del tratamiento testigo. Este comportamiento pudiera relacionarse con el hecho de que *G. cubense* presenta la mayor efectividad a pH entre 5,8 y 6,5 mientras que *G. intraradices* lo hizo a pH > 7 (Rivera y col., 2016).

Azizah y Ragu (1986) mostraron que el cacao responde favorablemente a la inoculación con micorrizas, y que este efecto se evidencia especialmente en el peso seco.

En Venezuela, Cuenca, Herrera y Meneses (1990) mostraron que las posturas de cacao inoculadas con *Scutello sporocalospora* incrementaron significativamente la altura, la masa seca y la absorción foliar de P, Cu y Zn en relación con el control esterilizado, así como una acción diferenciada de las cepas; mientras *G. oc-cultum* y *A. appendicula* incrementaron la altura de las posturas; *S. pellucida* y *A. appendicula* doblaron la absorción de fósforo.

Tabla 3. Efecto de las cepas de HMA, los sustratos y su interacción en los indicadores agrobiológicos de posturas de cacao

		Altura	Masa seca total (g)	IC	Área foliar (m ²)
5:1	sin HMA	64,41cd	9,9 b	1,10 b	738,3 c
5:1	<i>F. mosseae</i>	73,70 ab	8,9 b	0,83 b	850,7 c
5:1	<i>G. intraradices</i>	74,40 a	10,2 b	0,94 b	1199,3 ab
5:1	<i>G. cubense</i>	68,44 abc	10,8 b	1,01 b	1107,0 b
7:1	sin HMA	65,91 bc	9,9 b	0,91 b	722,1 c
7:1	<i>F. mosseae</i>	66,76 abc	10,3 b	0,86 b	1084,7 b
7:1	<i>G. intraradices</i>	68,13 abc	15,5 a	1,69 a	1348,3 a
7:1	<i>G. cubense</i>	57,58 d	9,9 b	1,09 b	707,6 c
E.E., A x B		2,48*	0,91*	0,13*	60,6*
5:1		70,24 a	9,96 b	1,14	973,8
7:1		64,59 b	11,37 a	0,97	965,7
E.E., A		1,24*	0,45*	0,06 ns	30,32 ns
	sin HMA	65,16 b	9,89 b	1,01 b	730,2 c
	<i>F. mosseae</i>	70,23 a	9,60 b	0,84 b	967,7 b
	<i>G. intraradices</i>	71,27 a	12,83 a	1,31 a	1273,8 a
	<i>G. cubense</i>	63,01 b	10,35 b	1,05 ab	907,3 b
E.E., B		1,75*	0,64*	0,09*	42,9*

*Medias con letras diferentes difieren para $p \geq 0,05$ según dócima de Duncan.

El efecto de la fertilidad del sustrato en el crecimiento de las posturas no fue consistente, y si bien se encontraron los mayores valores de altura para el sustrato 5:1, para la masa seca se observaron los mayores valores en el sustrato 7:1. Para el índice de calidad y el área foliar no se encontraron efecto de las proporciones, lo que pudiera estar relacionado con la riqueza de los mismos en ambas proporciones (Tabla 3).

Las cepas mostraron una acción diferenciada con relación a la fertilidad del sustrato utilizado. De esta manera, *G. intraradices* propició un incremento positivo y significativo estadísticamente en el sustrato menos fértil (Tabla 3) con incrementos del 52 % en la masa seca; 80 % en el índice de calidad y 112 % en el área foliar. De igual forma, *F. mosseae* incrementó significativamente el área foliar en el sustrato 7:1 en comparación con el 5:1 (28 %). Por su parte, *G. cubense* funcionó de manera más eficiente en el sustrato 5:1 e incrementó significativamente la altura en un 19 % y el área foliar en 56 %.

Se observó que la relación tratamiento inoculado/tratamiento no inoculado para los indicadores masa seca, índice de calidad y área foliar fue inferior a 1 para las cepas *F. mosseae* y *G. intraradices*, lo que indica que en estas condiciones la disminución de la fertilidad del sustrato estimuló el crecimiento de las posturas de cacao y puede ser indicativo de la funcionabilidad de estas cepas en esas condiciones. Al respecto, Barea y col. (1991) encontraron como criterio general que los HMA logran su mayor eficiencia y absorción de nutrientes en condiciones de suelo con menor disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados son los primeros que se obtienen sobre el efecto positivo de diferentes cepas de micorrizas en diferentes condiciones edafoclimáticas donde se cultiva el cacao en Cuba, y pudiera explicarse por los resultados de Rivera y col. (1997), quienes relacionaron la efectividad de la micorrización con las condiciones físico-químicas del suelo y específicamente el pH del mismo.

Gerdeman y Trappe (1974) encontraron la presencia de *Glomus mosseae* en suelos alcalinos, y Mosse et al.

(1973) refieren que *Glomus fasciculatum* se encontró en suelos ácidos.

Para las condiciones de los suelos de Cuba, Herrera *et al.* (2011) establecieron que *Glomus fasciculatum-like* y *Glomus etunicatum-like* tuvieron un comportamiento más eficiente en suelos relativamente ricos en nutrientes y materia orgánica; para *Glomus occultum* y *Glomus mosseae-like* tuvieron mejor desempeño en suelos relativamente pobres en fósforo disponible; *Glomus mosseae*

y *Glomus manihotis* incrementaron más los índices de crecimiento evaluados en suelos de mediana fertilidad.

Se destaca que la cepa *G. intraradices* propició los mayores valores de eficiencia entre las cepas estudiadas, y este efecto fue más notable en la proporción 7:1 (Tabla 4) con excepción de la altura. La eficiencia de *G. cubense*, para la masa seca, fue superior en el sustrato con mayor fertilidad (5:1), mientras que la de *F. mosseae* lo hizo en el sustrato con menor fertilidad.

Tabla 4. Efecto de cepas de micorrizas y las proporciones del sustrato en el índice de eficiencia de las variables de crecimiento

Cepas		Índice de eficiencia			
		Área foliar	Índice de calidad	Masa seca	Altura
<i>G. cubense</i>	5 a 1	49,95	-7,65	8,89	6,26
	7 a 1	-4,15	-0,53	0,14	-10,61
<i>G. intraradices</i>	5 a 1	62,45	-14,51	3,03	15,51
	7 a 1	82,64	53,51	56,16	5,78
<i>F. mosseae</i>	5 a 1	15,23	-24,12	-9,66	14,42
	7 a 1	46,92	-22,11	3,54	3,65

Estos resultados son una opción para aquellos casos con déficit de abono orgánico, ya que permitirían la producción de posturas de cacao con excelentes indicadores morfológicos siempre que se utilice la cepa *G. intraradices*.

Conclusiones

- Las posturas de *Theobroma cacao* L. respondieron a la inoculación de las diferentes cepas de micorrizas.
- El efecto de la inoculación micorrízica se diferenció de acuerdo a la riqueza del sustrato.
- *Glomus intraradices* resultó la cepa más promisoría y mostró una mejor acción al inocularla en el sustrato con menor fertilidad. En la proporción 7:1 incrementó la altura en un 9 %, la masa seca y el índice de calidad en un 30 % y el área foliar en un 74 % con relación al testigo.
- La eficiencia de *G. cubense* para la masa seca fue superior en el sustrato con mayor fertilidad (5:1), mientras que la de *F. mosseae* lo hizo en el sustrato con menor fertilidad.

Bibliografía

- Azizah, H. and P. Ragu: Growth response of *Theobroma cacao* L. seedlings to inoculation with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 96, 279-285, 1986.
- Azizah, H. and P. Ragu: *Preliminary observations on Gigaspora species in Theobroma cacao* L. Seedlings. In: Ismail Sahid, Zainal Abidin, A. Hasan, A. Latiff Moahmedand and A. Salam Babji (eds.), Collection of Working Papers 4, Research Priorities in Malaysian Biology, pp., 347-351, 1984.
- Barea, J. M. y col.: *Morfología, anatomía y citología de las micorrizas* VA. En: Fijación y Movilización de Nutrientes. Madrid. Tomo II. Pp. 150-173, 1991.
- Bustamante, C.; Ochoa, M.; Sánchez, C.; Rivera, R. y Maritza Rodríguez: Interacción entre bacterias fijadoras de N (*Azotobacter*) y las micorrizas arbusculares en la biofertilización de posturas de *Coffea arabica* L. *Café Cacao*, 3 (3): 47-50, 2002.
- Cuenca, Gisela; Herrera, R. and E. Meneses: Effects of VA mycorrhiza on the growth of cacao seedlings under

- nursery conditions in Venezuela. *Plant and Soil*, 126: 71-78, 1990.
- Cuba, Ministerio de la Agricultura: *Instrucciones Técnicas para el Cultivo y Cosecha del Café y Cacao*: Dirección Nacional de Café y Cacao, CIDA. La Habana, pp. 147-208, 1987.
- Dickson, A. et al.: Quality Appraisal of White Spruce and White Pine Seedling Stock in Nurseries, *Forest Chronicle*, 36: 10-13, 1960.
- Fernández, F.: "Manejo de las asociaciones micorrízicas arbusculares sobre la producción de posturas de cafeto (*C. arabica* L. var. Catuaí) en algunos tipos de suelos" [inédito], tesis de candidatura. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, La Habana, Cuba, 1999.
- Gerdeman, J. W. and J. M. Trappe: *Endogonaceae In The Pacific Northwest. Mycología Memoir*, 5: 1-76, 1974.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. y N. Castro: *Clasificación de los suelos de Cuba*, Ed, Ediciones INCA, Mayabeque, La Habana, Cuba, 93 pp., 2015.
- Herrera-Peraza, R.; Chantal, Hamel; Fernández, F.; Ferrer, R. L. and E. Furrázola: Soil-strain compatibility: the key to effective use of arbuscular mycorrhizal inoculants? *Mycorrhiza*, 21:183-193, 2011.
- InfoStat: Versión 1,0 Universidad, Nacional de Córdoba, Argentina, 2012.
- Kumar, N.; Kumar, A.; Shucua, A.; Kumar, S.; Uthappa, A.; and O. P. Chaturvedi: Effect of Arbuscular Micorrhiza Fungi (AMF) on Early Seedling Growth of Some Multipurpose Tree Species. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6 (7): 3885-3892, 2017.
- Miyakasa, S. C. and M. Habte: Plant mechanisms and mycorrhizal symbioses to increase phosphorus uptake efficiency, *Commun, Soil Science, Plant Anal*, 32, 1101-1147, 2001.
- Mosse, B.; et al.: Plant growth responses to vesicular arbuscular mycorrhiza V. Phosphate uptake by tree plants species from P-deficient soils labelled with ^{32}P . *New Phytol.*, 72: 809-811, 1973.
- Navarro, D.; Grave de Peralta, G.; González, J. A.; Bustamante, C. A.; García, R. I.; Tabares, G. y R. A. Miranda: Método de estimación del área foliar en *Theobroma cacao* Lin. a partir de las medidas lineales de las hojas. *Café Cacao*, 1(1): 46-49, 1998.
- Navarro, A.; Adriana Zulay; Rozo, M. y Laura Yolima: Evaluación del potencial biofertilizante de bacterias diazótrofes aisladas de suelos con cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Acta Agronómica*, 63 (3): 1-12, 2014.
- Rivera, R. y col.: Efecto de la inoculación con hongos micorrizógenos (v.a) y bacterias rizosféricas sobre el crecimiento de las posturas de cafeto. *Cultivos Tropicales*, 18(3): 15-23, 1997.
- Rivera, R.; González, P.; Hernández, A.; Gloria Martín; Ruiz L.; Kalyanne Fernández; Simón, J.; Milagros García; Pérez, A.; Riera, M.; Bustamante, C.; Joao J. y M. Ruiz: 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. En: *Resúmenes Congreso Cubano de la Ciencia del Suelo*, 2016.
- Selva, F. F.; Columbié, Á.; Sánchez, E.; Martínez, F.; González, J. A.; Márquez, J. J.; Lambertt, W.; Menéndez, M. y G. A. Matos: Estudio prospectivo de la cadena productiva del cacao en Cuba. En: *Informe Final Proyecto Ramal 0615*, 34 pp., septiembre, 2004.
- Siqueira, J. O. y A. Franco: Biotecnología do solo Fundamentos e Perspectivas. Ciencias nos Trópicos Brasileiros. *Serie Agronomía*, 235 pp., 1988.
- Viera, W.; Ampaña, D.; Lastra, A.; Vásquez, W.; Vitere, P. y A. Sotomayor: Micorrizas nativas y su efecto en dos microinjertos de tomate de árbol (*Solanum betaseum* Cav.). *Bioagro*, 29 (2): 105-114, 2017.