

Respuesta agronómica del maíz a la aplicación de micorrizas en un suelo fersialítico pardo rojizo (Original)

Agronomic response of corn to the application of mycorrhizae in a reddish-brown phersialytic soil (Original)

Lázaro Antonio Sánchez Verdecia. Ingeniero Agrónomo. Máster en Biotecnología Agrícola.

Profesor Asistente. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. lasanchezv@udg.co.cu 

Eddy Damián Labrada Vera. Licenciado en Educación en la especialidad de Economía. Máster en Ciencias Pedagógicas. Profesor Asistente. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba.

elabradav@udg.co.cu 

Recibido: 02-07-2023/Aceptado: 11-10-2023

Resumen

La investigación se desarrolló en el Centro Universitario Municipal Jiguaní de la Universidad de Granma. El artículo tiene como objetivo evaluar la respuesta agronómica del maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación de diferentes dosis de micorriza arbuscular en un suelo fersialítico pardo rojizo. Para el desarrollo del experimento se utilizó un diseño en bloques al azar, formado por cinco tratamientos y tres repeticiones. Los análisis estadísticos se realizaron con ayuda del programa *Statistic* para *Windows*, aplicándose un análisis de varianza. Se evaluaron las variables número de mazorca / plantas, número de hileras/mazorca y número de granos/hilera. Los resultados arrojaron que la mayor eficiencia de hongos micorrízicos arbusculares fue el tratamiento número 5 (20 gramos por nido) demostrando un comportamiento favorable en los indicadores evaluados, lo que garantiza incrementos en el número de mazorcas por plantas, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera, sin necesidad de aplicar

fertilizantes inorgánicos. Con la inoculación de micorrizas en el maíz, se puede apreciar un mejor estado nutricional de la planta.

Palabras clave: *Zea mays*; maíz; micorrizas; respuesta agronómica

Abstract

The research was carried out at the Jiguaní Municipal University Center of the University of Granma. The objective of the article is to evaluate the agronomic response of corn (*Zea mays* L.) to the application of different doses of arbuscular mycorrhiza in a reddish-brown fersialitic soil. A randomized block design consisting of five treatments and three replicates was used for the experimental set-up. Statistical analyses were carried out with the *Statistic* program for *Windows*, applying an analysis of variance. The variables number of ear/plant, number of rows/ear and number of grains/row were evaluated. The results showed that the highest efficiency of arbuscular mycorrhizal fungi was in treatment number 5 (20 grams per nest), demonstrating a favorable behavior in the indicators evaluated, guaranteeing increases in the number of ear per plant, number of rows per ear and number of grains per row, without the need to apply inorganic fertilizers. With the inoculation of mycorrhizae in maize, a better nutritional status of the plant can be appreciated.

Keywords: *Zea mays*; maize; mycorrhizae; agronomic response

Introducción

Los usos diversificados del maíz como alimento conllevan a un incremento de su demanda. Con un aumento del ingreso per cápita en los países en desarrollo, muchos de los cuales se encuentran en las zonas tropicales, acompañados por el consecuente mejoramiento en el poder adquisitivo, se incrementará el número de personas que podrán adquirir y consumir proteínas animales, lo cual llevará a una mayor demanda del maíz.

El grano de maíz es alimento ideal para el consumo directo o indirecto de la población, y el forraje se utiliza para alimentar al ganado, tiene el más alto valor comparado con otros cereales, por lo que se denomina el rey de los granos (Zaremanesh et al., 2017, citados por Ayvar et al., 2020, p.10).

El uso de microorganismos benéficos para la agricultura juega un papel relevante para la sustentabilidad de los ecosistemas; es así como la agricultura moderna ha incrementado el uso de microorganismos; desde un enfoque agroecológico surgen alternativas para dar un mejor manejo a los cultivos, un ejemplo es el empleo de la fertilización biológica, la cual contribuye a recuperar las propiedades del suelo.

El maíz es un cultivo que se coloniza eficientemente por los Hongos micorrízicos arbusculares y, similar a otras especies, esta interacción simbiótica aumenta el crecimiento y desarrollo de las plantas, el contenido de fósforo, la acumulación de masa seca y la tasa fotosintética bajo condiciones limitadas de fósforo, incluso cuando la disposición para la adquisición de fósforo en condiciones de campo es una limitante para su cultivo (Wang et al., 2018, citados por Ojeda et al., 2021, p.17).

Por otro lado, entre la comunidad científica se ha divulgado que los hongos micorrizógenos arbusculares en realidad inciden sobre el crecimiento y desarrollo de sus hospederas al mejorar los mecanismos fisiológicos que promueven la capacidad fotosintética, la captación de nutrimentos y la producción de biomasa con valor agrícola (Xu et al., 2018).

Dentro de los biofertilizantes, el papel de las micorrizas abre nuevas perspectivas en la investigación sobre la nutrición de las plantas. Se reconoce que en la endosimbiosis de los hongos formadores de las micorrizas y la raíz de la planta cumplen la función de la toma y translocación de nutrientes a la planta, mejoran la absorción de agua, promueven

la capacidad fotosintética de los cultivos, incrementan los agregados del suelo y establecen relaciones de cooperación con otros microorganismos benéficos, entre otros ecoservicios (Xu et al., 2018; Zhang et al., 2018, citados por Ojeda et al., 2021, p.13).

Las técnicas agroecológicas aseguran un uso sostenible de los recursos naturales, el cuidado del ambiente y las personas, permiten que se pueda garantizar la alimentación de cada familia a largo plazo. Una de las prácticas enmarcadas dentro de este contexto es el empleo de una gran diversidad de microorganismos, dentro de los cuales están hongos y bacterias, mezclados en diferentes sustratos orgánicos para ser utilizados en la agricultura y en la ganadería (Peña et al., 2019, citados por Arteaga et al., 2020, p.537).

Es importante indicar que la sustentabilidad de los sistemas de producción depende fundamentalmente del mantenimiento de la productividad de los suelos a través del desarrollo, la restauración y el mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas, regulada en gran medida por la capacidad de reciclaje de los recursos orgánicos y las actividades de los microorganismos que deben ser favorecidas por las acciones de manejo que se realicen (Gomero & Velásquez, 2001).

Tomando en consideración todo lo antes expuesto, el artículo tiene como objetivo, evaluar la respuesta agronómica del maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación de diferentes dosis de micorriza arbuscular en un suelo fersialítico pardo rojizo.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló por profesores del Centro Universitario Municipal Jiguaní de la Universidad de Granma, en la localidad Cruz Alta en el municipio Jiguaní. Los tratamientos estudiados fueron:

Tratamiento 1: sin micorrizas

Tratamiento 2: 6 gramos por nido

Tratamiento 3: 10 gramos por nido

Tratamiento 4: 15 gramos por nido

Tratamiento 5: 20 gramos por nido

Se utilizó un diseño en bloques al azar, formado por cinco tratamientos y tres repeticiones (tabla 1). El maíz fue sembrado en un suelo fersialítico pardo rojizo, según la clasificación propuesta por Hernández et al. (2015).

Tabla 1. Diseño en bloques al azar formado por cinco tratamientos y tres repeticiones

2	4	5
3	2	1
4	5	3
1	3	1
5	2	4

Fuente: Elaboración Propia.

Material vegetal. Se trabajó con la variedad Tuzón en el cultivo del maíz. La semilla fue certificada como sana, al no presentar afectaciones por plagas, según los análisis realizados en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, centro encargado de certificar los materiales procedentes de los bancos de semillas del Ministerio de la Agricultura en la provincia Granma.

Durante la investigación se registraron las principales variables climáticas (temperatura, humedad relativa y precipitaciones). Las precipitaciones se midieron en el pluviómetro ubicado en el Consejo Popular La Rinconada, municipio Jiguaní, perteneciente a la Estación de Meteorología de la Academia de Ciencias de Granma.

Muestreo de suelos. Se tomó una muestra de suelo compuesta en los primeros 30 cm de profundidad, que fue enviada al Laboratorio de Suelos de la provincia, 1 kg aproximadamente, identificando el lugar y la zona a donde pertenece la muestra, para realizar el respectivo análisis físico-químico.

Para la preparación del terreno y siembra, se utilizó laboreo mínimo; la siembra se hizo con la variedad Tuzón a 0.5 x 0.9 m.

En el momento de la cosecha, se determinaron las siguientes variables agronómicas:

- número de mazorca / plantas;
- número de hileras/mazorca;
- número de granos/hilera.

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza clasificación simple; para comprobar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov y para la homogeneidad de varianzas la prueba de Bartlett. En el resto de las variables se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % de probabilidad del error. Los análisis estadísticos se realizaron con ayuda del programa *Statistic* para *Windows*.

La cosecha se realizó a fines de diciembre de 2021, en forma manual. Se cosecharon todas las mazorcas de las parcelas, sanas y dañadas. Al final, se seleccionaron solamente las mazorcas que tenían más de 60% de grano comercial. Se tomaron al azar 100 mazorcas por parcela, a las cuales se les determinó número de mazorca por plantas, número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera.

Análisis y discusión de los resultados

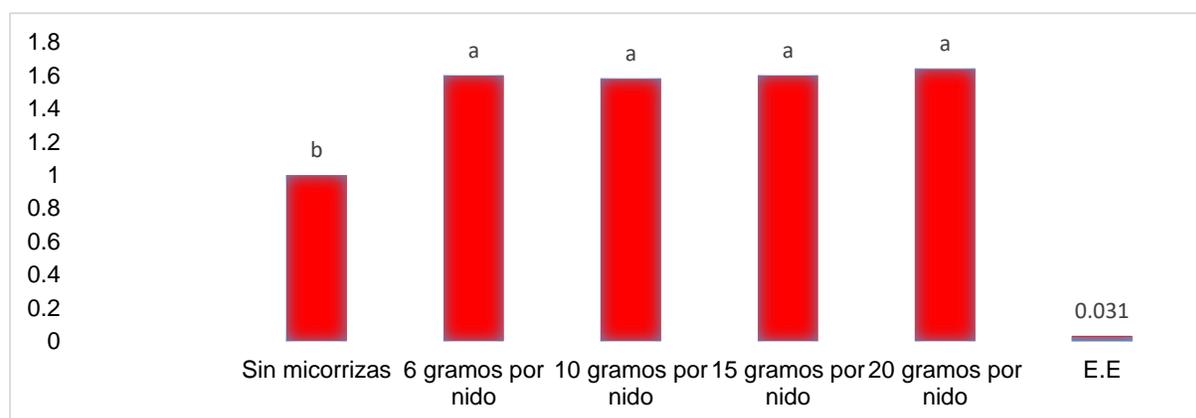
Se encontró que todos los tratamientos en estudio a los que se les aplicó micorrizas son rentables (tabla 2); no obstante, se determinó que el tratamiento 5 (20 gramos por nido) obtuvo la mayor ganancia en cuanto a número de mazorca por planta (figura 1), teniendo diferencia significativa con el tratamiento 1(sin micorrizas), sin diferencias con los tratamientos 2 (6 gramos por nido), 3 (10 gramos por nido) y 4(15 gramos por nido).

Tabla 2. Respuesta agronómica del maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación de micorriza arbuscular en un suelo fersialítico pardo rojizo

Tratamientos	Número de mazorca / plantas	Número de hileras/mazorca	Número de granos/hilera
Sin micorrizas	1b	11,82c	37,24c
6 gramos por nido	1,6a	14b	51a
10 gramos por nido	1,58a	15ab	51,66a
15 gramos por nido	1,6a	15,42a	51,7a
20 gramos por nido	1,64a	15,66a	51,74a
Error estándar	0,031	0,127	0,388

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 1. Número de mazorcas por planta



Leyenda: medias con letras iguales no difieren significativamente ($p \leq 0.05$)

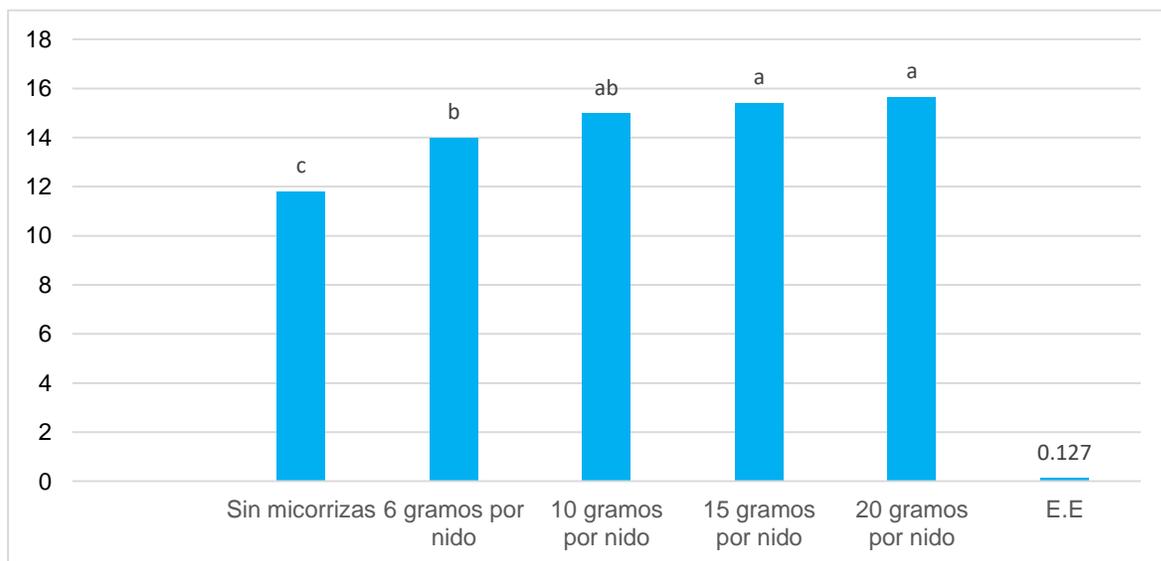
Fuente: Elaboración Propia.

Flores (2019) obtuvo resultados similares, en los que no hubo diferencias significativas entre las plantas inoculadas con los Hongos Micorrízicos Arbusculares, siendo importante señalar que los tratamientos inoculados obtuvieron los mayores valores de acumulación de masa seca.

En la figura 2 se muestra el número de hileras por mazorca. El mejor resultado lo tiene el tratamiento número 5 (20 gramos por nido), sin diferencia con el tratamiento 4 (15 gramos por nido), los cuales no difieren significativamente, pero se aprecia una tendencia a ser superior con la inoculación, con diferencia significativa respecto a los tratamientos 3 (10 gramos por nido) y 2 (6 gramos por nido), y altamente significativa con el tratamiento 1 (sin micorrizas).

Estos resultados pueden ser comparados con los de reportados por Flores (2019), quien corrobora que las plantas tratadas con micorrizas fueron estadísticamente superiores a las no tratadas; coincidiendo con Valenzuela (2020), al realizar el estudio sobre el efecto de micorrizas en las características agronómicas y sanitarias en el cultivo de maíz.

Figura 2. Número de hileras por mazorca

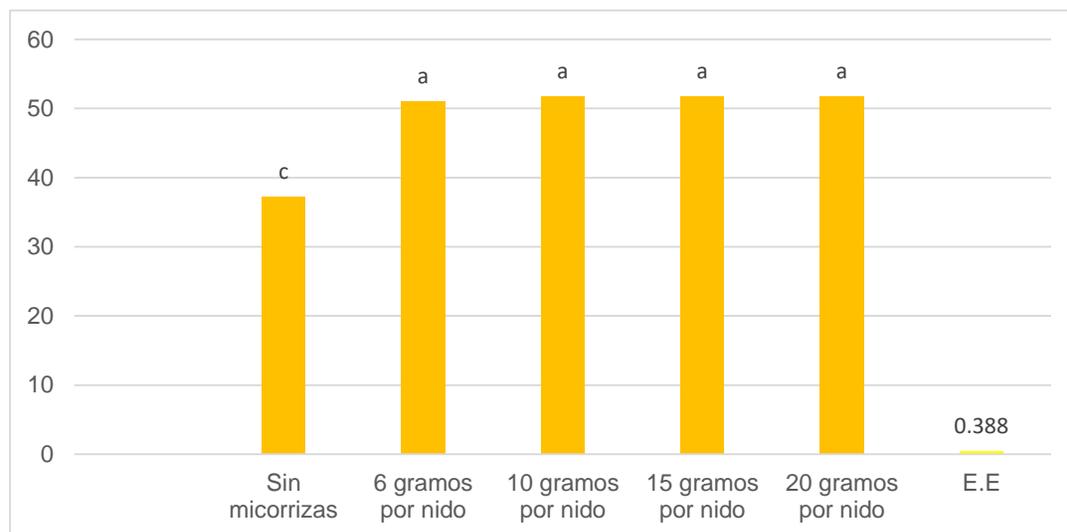


Leyenda: medias con letras iguales no difieren significativamente ($p \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 3 se muestra el número de granos por hileras, en que no existieron diferencias entre los tratamientos inoculados con micorrizas. Existió diferencia significativa entre estos tratamientos inoculados y el tratamiento que no fue inoculado, coincidiendo estos resultados con los obtenidos por Tadeo et al. (2017).

Figura 3. Número de granos por hilera



Leyenda: medias con letras iguales no difieren significativamente ($p \leq 0.05$)

Fuente: Elaboración Propia.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Martín y Rivera (2015) al estudiar la influencia de la inoculación micorrízica en los abonos verdes y su efecto sobre el cultivo principal, con el maíz como estudio de caso.

Conclusiones

1. Las cepas de micorrizas que se aplicaron muestran un comportamiento favorable en los indicadores evaluados, garantizando incrementos en el número de mazorcas por planta, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera.

2. Con la inoculación de micorrizas en el maíz, se pudo apreciar un mejor estado nutricional de la planta.

3. La inoculación de micorrizas en el maíz demuestra ser una práctica efectiva para una mayor producción de plantas, constituyendo una alternativa nutricional válida para la fertilización mineral del cultivo.

Referencias bibliográficas

- Arteaga, M. N., Tafur, S. M., Pérez, G., Pastor, S. A. & Batista, A. (2020). Caracterización de la colonización por micorrizas en *Retrophyllum rospigliossi* Pilger en el bosque Huamantanga, Perú. *CEFORES Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8(3), 535-549.
<http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v8n3/2310-3469-cfp-8-03-535.pdf>
- Ayvar, S., Díaz, J. F., Vargas, M., Mena, A. Tejada, M. A. & Cuevas, Z. (2020). Rentabilidad de sistemas de producción de grano y forraje de híbridos de maíz, con fertilización biológica y química en trópico seco. *Terra Latinoamericana* 38, 9-16.
<https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.507>
- Flores, H. V. (2019). *Efectos de la combinación de micorrizas más ácidos húmicos sobre el comportamiento agronómico del cultivo de maíz (Zea mays L.), en la zona de Babahoyo*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6098>
- Gomero, L. & Velásquez, H. (2001). *Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico de suelos*.
[www.midagri.gob.pe > download > pdf > ais-2015 > bases-conceptuales](http://www.midagri.gob.pe/download/pdf/ais-2015/bases-conceptuales)
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D. & Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. Ediciones INCA.
<http://beduniv.reduniv.edu.cu/index.php?page=13&id=1436&db=1>

- Martín, G. M. & Rivera, R. (2015). Influencia de la inoculación micorrízica en los abonos verdes. Efecto sobre el cultivo principal. Estudio de caso: El Maíz. *Cultivos Tropicales*, 36 (no especial), 34-50. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36s1/ctr04s115.pdf>
- Ojeda, L.J., Rivera, R., de la Rosa, J.J. & Arteaga, O. (2021). Efecto del maíz inoculado con hongos micorrízicos arbusculares y asociado con canavalia en la producción de forraje. *Revista Centro Agrícola*, 48 (4),11-19. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V48-Numero_4/cag02421.pdf
- Tadeo, M., García, J. J., Alcántar, H. J., Lobato, R., Gómez, N. O., Sierra, M., Irizar, M. B. G., Valdivia, R., Zaragoza, J., Martínez, B., López, C., Espinosa, A. & Turrent, A. (2017). Biofertilización en Híbridos de maíz androestériles y fértiles para los Valles Altos de México. *Terra Latinoamericana* 35 (1), 65-72 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57349581007>
- Valenzuela, V. A. (2020). *Efecto de micorrizas sobre las características agronómicas y sanitarias en el cultivo de maíz (Zea mays L.)* [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/40197/1/D-79398.pdf>
- Wang, X., Wang, X., Sun, Y. Cheng, S., Liu, S., Chen, X., Feng, G. & Kuyper, T. (2018). Arbuscular mycorrhizal fungi negatively affect nitrogen acquisition and grain yield of maize in a N deficient soil. *Frontier in Microbiology*, 9, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00418>
- Xu, H., Lu, Y. & Tong, S. (2018). Effects of arbuscular mycorrhizal Fungion photosynthesis and chlorophyll fluorescence of maize seedlings under salt stress. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 30 (3), 199-204. <http://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i3.1642>.

Zaremanesh, H., Nasiri, B. & Amiri, A. (2017). The effect of vermicompost biological fertilizer on corn yield. *Journal of Material and Environmental Science*, 8(1), 154-159.

https://www.jmaterenvirosnci.com/Document/vol8/vol8_N1/16-JMES-2408-

[Zaremanesh.pdf](#)