

Evaluación de biofertilizantes (*Azospirillum* y Micorrizas) y diferentes niveles de materia orgánica en bolsa y organopónico, en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* L.)

Dania Bárbara Núñez Sosa, Ramón Liriano González y Carlos López Ceballos

Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba.

RESUMEN. Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de biofertilizantes (*Azospirillum* sp. y Micorrizas) y diferentes niveles de materia orgánica en el cultivo de la zanahoria, se realizaron dos experimentos, en bolsas y organopónico, estudiándose 13 tratamientos (testigo, materia orgánica 5, 10, 15 kg/m²; materia orgánica, 5, 10, 15 kg/m² más *Azospirillum*; materia orgánica 5, 10, 15 kg/m² más Micorrizas y materia orgánica 5, 10, 15 kg/m² más *Azospirillum* y Micorrizas). El diseño utilizado fue un bloque al azar con cuatro réplicas en bolsas y cinco en organopónico. Los datos obtenidos al evaluar los componentes del rendimiento se procesaron mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov de bondad y ajuste en todas las variables, la prueba Bartlett y un análisis de varianza factorial, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias Tuckey con el auxilio del paquete estadístico Statgraphics versión 5,0. Los resultados muestran una respuesta positiva a la aplicación de diferentes niveles de materia orgánica y a la inoculación simple y coinoculación de *Azospirillum* y Micorrizas, incrementándose la efectividad de los biofertilizantes a medida que disminuyen los niveles de materia orgánica incorporados.

Palabras clave: *Azospirillum*, Micorrizas, materia orgánica, zanahoria.

ABSTRACT. With the objective of evaluating the application of biofertilizers (*Azospirillum* sp. y Micorrizas) and different levels of organic matter in carrot culture, were realized two experiments in bags and organoponic, studying 13 treatments (witness, organic matter 5, 10, 15 kg/m²; organic matter 5, 10, 15 kg/m² plus *Azospirillum*; organic matter 5, 10, 15 kg/m² plus Micorrizas and organic matter 5, 10, 15 kg/m² plus *Azospirillum* and Micorrizas). The statistical design was randomized with four repetitions in bags and five in organoponic. The data evaluating the crop were processed by Kolmogorov-Smirnov test and adjusted in all variables, the Bartlett test and a variance analysis, applying the multiple comparison test of means by Tuckey with the help of statistical packet statgraphic, version 5,0. The results show a positive answer to the application of different levels of organic matter and the single inoculation and coinoculation of *Azospirillum* and Micorrizas, increasing the efficiency of biofertilizers in the same way that decrease the levels of organic matter incorporated.

Key words: *Azospirillum*, Micorrizas, organic matter, carrot.

INTRODUCCIÓN

La importancia económica de los biofertilizantes ha crecido en los últimos años; factores del mercado y el creciente predominio de una cultura de la sustentabilidad en el desarrollo económico son los dos principales fenómenos que impulsan la producción y el consumo de biofertilizantes en el mundo. (Martínez y Ramírez, 2000).

En Cuba se han realizado diferentes estudios que han demostrado la posibilidad del uso de diferentes microorganismos como alternativa

biológica para la nutrición de las plantas, destacándose entre ellas las bacterias promotoras del crecimiento vegetal, así como los hongos micorrízicos arbusculares.

Los organopónicos surgen ante la necesidad de incrementar el consumo per cápita de hortalizas a la población como sistema que ofrece ventajas económicas, sociales y ambientales para la producción de vegetales frescos y en los que el cultivo de la zanahoria presenta amplias perspectivas por sus rendimientos y alta demanda en la nutrición de los niños.

El presente trabajo tiene como objetivo, evaluar el efecto de la aplicación de biofertilizantes (*Azospirillum* sp. y Micorrizas) y diferentes niveles de materia orgánica en bolsas y organopónico en el cultivo de la zanahoria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el cumplimiento del objetivo planteado se realizaron dos experimentos en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* L.), variedad New Kuroda.

1. Experimento en bolsas

Se desarrolló en el área de autoconsumo de la Universidad de Matanzas, empleándose bolsas de polietileno con capacidad de 5 kg, así como materia orgánica (estiércol vacuno) y material inorgánico (suelo) mezclados previamente en una proporción de 70 y 30 %, respectivamente.

2. Experimento en condiciones de producción en zonas urbanas

Se realizó en el organopónico “La Dignidad” perteneciente al Consejo Popular “Peñas Altas”, en la ciudad de Matanzas.

En ambos experimentos se estudiaron los tratamientos siguientes:

1. Testigo.
2. Materia orgánica (5 kg/m²).
3. Materia orgánica (10 kg/m²).
4. Materia orgánica (15 kg/m²).
5. Materia orgánica (5 kg/m²) + *Azospirillum*.
6. Materia orgánica (10 kg/m²) + *Azospirillum*.
7. Materia orgánica (15 kg/m²) + *Azospirillum*.
8. Materia orgánica (5 kg/m²) + Micorrizas.
9. Materia orgánica (10 kg/m²) + Micorrizas.
10. Materia orgánica (15 kg/m²) + Micorrizas.
11. Materia orgánica (5 kg/m²) + *Azospirillum* + Micorrizas.
12. Materia orgánica (10 kg/m²) + *Azospirillum* + Micorrizas.
13. Materia orgánica (15 kg/m²) + *Azospirillum* + Micorrizas.

Se utilizaron como productos biofertilizantes

- Hongos formadores de micorrizas, producto *EcoMic*®, género *Glomus*, especie *Glomus fasciculatum* producido en el INCA.

Se inocularon las semillas mediante la tecnología de recubrimiento de las mismas en una proporción del 10 al 15 % de su peso.

- Rizobacterias (*Azospirillum brasilense* producido en medio líquido en el laboratorio de suelo de la Universidad de Matanzas, utilizando la cepa sp. 7).

Se asperjó la superficie del cantero, a una dosis de 4 mL/m², en el momento de la siembra utilizando una mochila.

La materia orgánica utilizada fue de origen animal, estiércol vacuno y se aplicó antes de la siembra.

Las evaluaciones realizadas fueron las siguientes:

1. Diámetro de la raíz carnososa. Se utilizó un pie de rey
2. Longitud de la raíz carnososa. Se empleó una cinta métrica.
3. Rendimiento en kg/m².

Para lo cual se muestrearon en el experimento en bolsas, el total de plantas de cada unidad básica y en el organopónico se seleccionaron 15 plantas aleatoriamente en los surcos centrales de cada parcela experimental.

En ambos experimentos se utilizó un diseño de Bloque al azar con cuatro réplicas en bolsas y cinco en organopónico, con una distribución factorial modificada con testigo de referencia.

A los datos compilados se les aplicó la Prueba Kolmogorov-Smirnov de bondad y ajuste en todas las variables, cumpliéndose la normalidad y la prueba Bartlett para comprobar la homogeneidad de varianza.

Se realizó un análisis de varianza factorial, modelo:

$$Y_{ijk} = \bar{I} + a_i + \hat{a}_j + a_i \hat{a}_j + \bar{a}_k + e_{ijk}$$

Donde:

M = constante del proceso

a_i = i-ésimos niveles del factor materia orgánica.

\hat{a}_j = j-ésimos niveles del factor biofertilizante.

\hat{a}_k = k-ésimos niveles de los bloques o réplicas.

e = error experimental.

Posteriormente se aplicó la Prueba de comparación múltiple de medias Tukey para comprobar el nivel de significación a 0,01; mediante el paquete estadístico Statgraphics, versión 5,0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

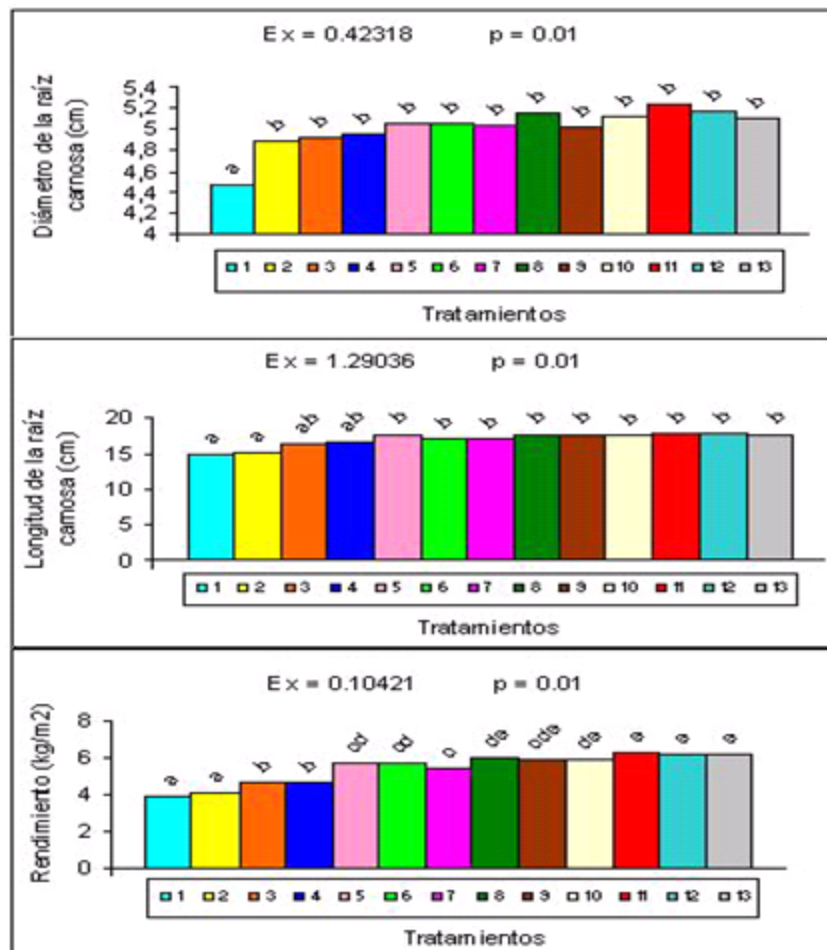
1. Experimento en bolsas

El análisis de varianza al rendimiento y sus componentes muestra que la interacción entre

los dos factores fue significativa, aplicándose la Prueba Tukey para comparar los 13 tratamientos (figura 1).

El diámetro de la raíz carnosa no muestra diferencia significativa entre los diferentes tratamientos en que se aplicaron los biofertilizantes y los tratamientos en que se incorporaron diferentes niveles de materia orgánica, pero sí de estos respecto al testigo, obteniéndose los mejores resultados con la coinoculación de *Azospirillum* y Micorrizas con 5 y 10 kg/m² de materia orgánica.

Se aprecia también que la menor longitud de la raíz carnosa se presenta en el testigo con 14,88 cm, la cual no difiere de los tratamientos en que se incorporó materia orgánica, observándose un incremento de la misma en la medida que



Medias con letras iguales no difieren significativamente

Figura 1. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la zanahoria en bolsas.

aumentan los niveles de materia orgánica incorporados sin la aplicación de biofertilizantes.

La mayor longitud de la raíz carnosa se obtuvo en los tratamientos 11 y 12 con 17,92 y 17,89 cm, respectivamente, los cuales no difieren del resto de los tratamientos en que se inocularon los biofertilizantes ni de los tratamientos 3 y 4 (10 y 15 kg/m² de materia orgánica).

Los máximos valores de rendimiento se obtienen con la inoculación combinada de biofertilizantes (*Azospirillum* y Micorrizas), los cuales no difieren de la inoculación simple de micorrizas, pero sí del resto de los tratamientos; a su vez los tratamientos 5, 6 y 7 en los que se inoculó *Azospirillum* no presentan diferencia con la inoculación simple de Micorrizas.

Los resultados obtenidos confirman el efecto positivo de los biofertilizantes estudiados en el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la zanahoria, donde los tratamientos 11 y 12 (*Azospirillum* y Micorrizas con 5 y 10 kg/m² de materia orgánica) mostraron los máximos valores en cada una de las variables en estudio, lo cual demuestra el sinergismo que se establece entre estos microorganismos cuando se añaden de forma simultánea. Estos resultados concuerdan con Terry y Pino (2002), quienes obtuvieron en el cultivo del tomate los valores más elevados de rendimiento cuando lo inocularon con *Glomus clarum* y *Azospirillum brasilense*.

Al respecto, Díaz-Franco *et al.* (2000), señalan que la coinoculación de más de un microorganismo benéfico trae aparejado interacciones sinérgicas que repercuten en el aumento del crecimiento, desarrollo, toma de nutrientes y en los rendimientos del cultivo.

1. Experimento en condiciones de producción (organopónico)

El análisis factorial modificado al rendimiento y sus componentes muestra que la interacción entre los dos factores fue significativa, aplicándose la Prueba Tukey para comparar los tratamientos estudiados (figura 2).

El mejor comportamiento en cuanto al diámetro de la raíz carnosa se obtuvo en el T11 con 4,95 cm el cual difiere significativamente de los tratamientos en que se incorporaron diferentes niveles de materia orgánica y del testigo, no así de los restantes en los cuales se llevó a cabo la inoculación simple y combinada de *Azospirillum* y Micorriza con diferentes niveles de materia orgánica.

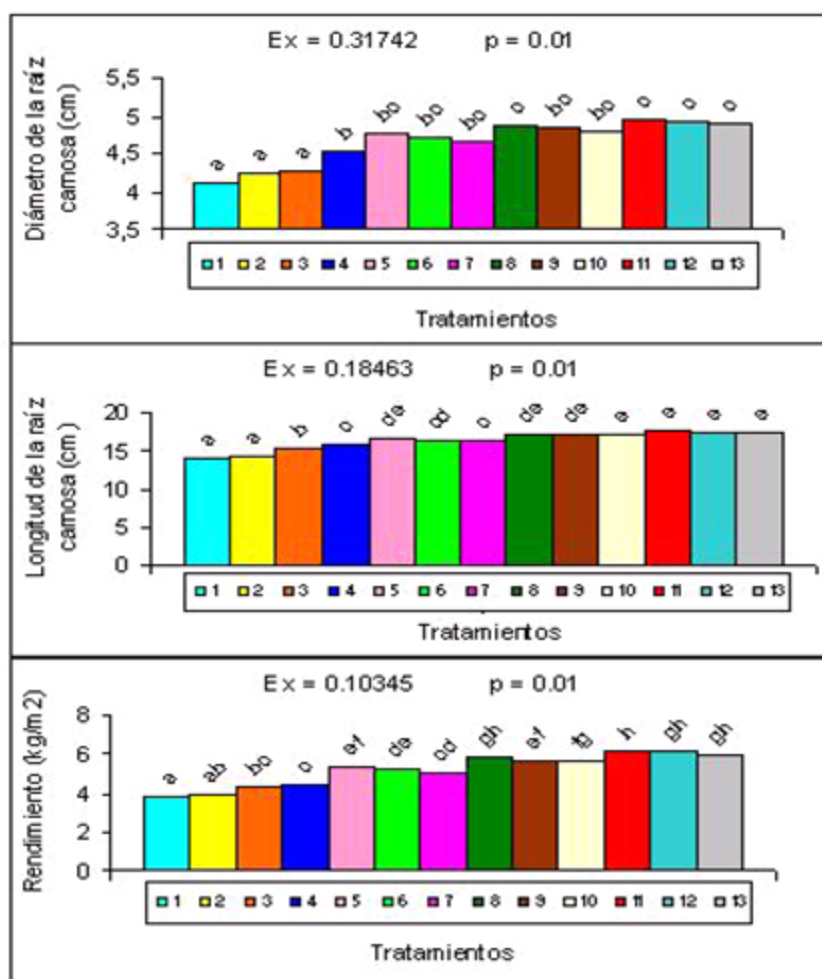
Se observa que la longitud de la raíz carnosa no presenta diferencia significativa entre los tratamientos en que se llevó a cabo la inoculación simple de Micorrizas y combinada de *Azospirillum* y Micorrizas con diferentes niveles de materia orgánica, destacándose entre estos últimos los tratamientos 11 y 12 como los de mayor longitud con 17,50 y 17,47 cm, respectivamente, los cuales tampoco difieren del T5 (*Azospirillum* con 5 kg/m²) y sí del resto de los tratamientos.

Los mayores rendimientos se obtuvieron con la inoculación combinada de biofertilizantes y diferentes niveles de materia orgánica, resaltando el T11 con 6,22 kg/m² de rendimiento, el cual no difiere de los tratamientos 12 y 13, ni del tratamiento 8 (Micorrizas con 5 kg/m² de materia orgánica) y sí del resto de los tratamientos, evidenciándose una tendencia al incremento del rendimiento con la aplicación de biofertilizantes y niveles bajos de materia orgánica, coincidiendo con Villaseñor *et al.* (1998), quienes determinaron que la Micorriza es esencial para el buen funcionamiento de muchas especies de plantas, en particular en lugares pobres en nutrientes.

Por otra parte existió una respuesta positiva del rendimiento y sus componentes a la coinoculación de *Azospirillum* y Micorrizas lo que demuestra la existencia de una relación simbiótica entre el hongo y la bacteria, cuando se añadieron de forma simultánea en el momento de la siembra. Al respecto, Pacovsky y Foier (1998) coinciden en afirmar que los efectos sinérgicos de la coinoculación de *Azospirillum* sp. y hongos micorrizógenos resultaron en un incremento significativo del crecimiento y rendimiento de las plantas, así como que esta inoculación mixta puede sustituir completamente el uso de N y P en los cultivos.

Díaz *et al.* (2001), en estudio realizado, obtuvieron que la inoculación combinada de micorrizas vesículo arbusculares, género *Glomus manihotis*, con *Azospirillum* sp. en dos

aplicaciones (en siembra y a los 30 días) manifestó los mejores resultados en cuanto a rendimiento en el cultivo de la habichuela en condiciones de organopónico.



Medias con letras iguales no difieren significativamente.

Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la zanahoria en organopónico.

CONCLUSIONES

1. El cultivo muestra una respuesta positiva a la aplicación de diferentes niveles de materia orgánica y a la inoculación simple y coinoculación de *Azospirillum* y Micorrizas.
2. La efectividad de los biofertilizantes se incrementa a medida que disminuyen los niveles de materia orgánica incorporados.
3. Los resultados obtenidos, sugieren una asociación planta-microorganismo efecti-

va, considerando la inoculación simple y coinoculación de *Azospirillum* y Micorrizas como una alternativa para la producción de zanahoria.

BIBLIOGRAFÍA

- Díaz, Caridad; Marta González; J. L. Álvarez y Marta Laurencio (2001): "Biofertilización del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris*) en condiciones de organopónico". *Centro Agrícola* 28(2): 66-70, abril-junio.
- Díaz-Franco, A. *et al.* (2000): Rendimiento de maíz y frijol mediante el uso de biofertilizantes. Reunión

Latinoamericana y III Simposio Nacional sobre Simbiosis Micorrízica. Programa y Resúmenes, Guanajuato, México, 90 pp.

Martínez, C. y F. L. Ramírez (2000): Lombricultura y Agricultura Sustentable. 1ra. Edición, México D.F, 236 pp.

Pacovsky, R. and S. Foier (1998): "Influence of inoculation with *Azospirillum brasilense* and *Glomus fasciculatum* on sorghum nutrition". *Plant and Soil* (110): 283-287.

Terry, E. y María de los A. Pino (2002): Biofertilizantes. Una alternativa promisorio para incrementar la productividad y calidad del cultivo del tomate. XIII Congreso Científico, Programa y Resúmenes, INCA, Habana, Cuba, p. 112.

Villaseñor, L.; Olivia Rodríguez y A. Arias (1998): Las Micorrizas: hongos amigos de los bosques. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, México.