

## Resultados de la aplicación de biofertilizantes a base de *Azospirillum* y micorrizas en asociaciones de cultivos hortícolas en condiciones de semiprotegido

### Results in the application of biofertilizers using *Azospirillum* and Mycorrhiza, in associations of horticultural crops under semi-greenhouse conditions

Dania Bárbara Núñez Sosa<sup>(1)</sup>, Ramón Liriano González<sup>(1)</sup>, Jorge Luis Álvarez<sup>(1)</sup>, Yilian Walker Bauza<sup>(2)</sup> y Yannerys Candelario Angulo<sup>(3)</sup>.

1. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Carretera a Varadero; Matanzas, Cuba.

2 Empresa Cultivos Varios Lenin, Matanzas, Cuba.

3 Granja Urbana Jagüey Grande, Matanzas, Cuba.

E-mail: dania.nunes@umcc.cu

---

**RESUMEN.** Con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de biofertilizantes (*Azospirillum* sp. y micorrizas) en las asociaciones lechuga-rábano y remolacha-rábano, se desarrolló el presente trabajo en la unidad de cultivo semiprotegido, La Condesa perteneciente a la Empresa Cultivos Varios Lenin, Jovellanos, provincia de Matanzas, en el cual se estudiaron 4 tratamientos (testigo, micorrizas, *Azospirillum*, *Azospirillum* + micorrizas). El diseño utilizado fue un bloque al azar. Los datos obtenidos al evaluar los componentes del rendimiento se procesaron con el empleo del paquete estadístico Statgraphics versión 5.0. Los resultados muestran una respuesta positiva a la aplicación de biofertilizantes, dada por efecto económico favorable con la obtención de ganancias.

**Palabras clave:** *Azospirillum*, biofertilizantes, lechuga, micorrizas, rábano, remolacha.

**ABSTRACT.** The current research was carried out in the greenhouse "La Condesa", which belongs to the Empresa de Cultivos Varios "Lenin", in Jovellanos, Matanzas province. Its main objective was to evaluate the effect of the application of biofertilizer (*Azospirillum* sp and Micorrizas) in combinations of crops (lettuce and radish, or beet and radish). The research included four different treatments: witness, Micorrizas, *Azospirillum*, *Azospirillum*+Micorrizas. We used an at random block design. Data were processed after evaluating yields components by using the statistical software called Statgraphics, version 5.0. The research showed a positive response to the application of biofertilizers, resulting in a considerable increase of profits.

**Key words:** *Azospirillum*, biofertilizers, lettuce, micorrizas, radish, beet.

---

## INTRODUCCIÓN

La organoponía semiprotegida (cultivo bajo tendales o sarán) constituye una tecnología que se ha ido perfeccionando en Cuba a partir de los estudios realizados por un Grupo Multidisciplinado del INIFAT. Se basa en un paradigma orgánico, donde la calidad del sustrato y la garantía en la disponibilidad de materia orgánica resultan esenciales.

Por otra parte, entre los equinoccios de otoño y primavera generalmente no resulta necesario amortiguar la radiación solar ni disminuir

temperaturas en estos cultivos, pero resulta conveniente aplicar esta tecnología en muchas especies de vegetales de hoja, de flores y de fruto, buscando mayor calidad y cierta protección ante los frecuentes cambios climáticos que se presentan en Cuba.

En el mundo cada vez adquiere mayor importancia la biofertilización no solo por los rendimientos que suelen alcanzarse sino también por lo económico de su aplicación y su contribución a la preservación del medio (Roldos *et al.*, 1994).

Entre los biofertilizantes más estudiados se encuentran las micorrizas que son capaces de establecer una relación simbiótica con las raíces de las plantas ya que actúan como un activador de la regeneración del sistema vegetativo y las bacterias del género *Azospirillum*, organismos fijadores de nitrógeno que viven en estrecha relación con las plantas en la rizosfera.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de biofertilizantes en cultivos hortícolas en condiciones de semiprotegido.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la unidad de cultivo semiprotegido, La Condesa perteneciente a la empresa Lenin en el municipio de Jovellanos en los cultivos de Lechuga (*Lactuca sativus*), variedad Black Seeded Simpsom (BSS); remolacha (*Beta vulgaris*), variedad: Crosby y rábano (*Raphanus sativus* L), variedad Scarlet Globe, en asociación con los cultivos de lechuga y remolacha

En el experimento se estudiaron los tratamientos siguientes:

T<sub>1</sub>: Testigo.

T<sub>2</sub>: Micorrizas. Producto *EcoMic*® género *Glomus* especie *Glomus fasciculatum* a razón de 5 g/planta en el momento del trasplante en el cultivo de la lechuga y en siembra directa (Remolacha y rábano) se inoculó la semilla mediante la tecnología de recubrimiento de la misma en una proporción del 10–15 % de su peso.

T<sub>3</sub>: *Azospirillum brasilense* cepa sp. 7 a una dosis de 4 mL/ m<sup>2</sup> asperjado sobre la superficie del cantero, en el momento del trasplante y la siembra directa, utilizándose una mochila.

T<sub>4</sub>: Micorrizas + *Azospirillum*

Se evaluó el rendimiento y sus componentes, seleccionándose 25 plantas aleatoriamente en los surcos centrales de cada parcela experimental.

Las evaluaciones por cultivo fueron las siguientes:

Lechuga

1. Hojas totales.
2. Rendimiento en kg/ m<sup>2</sup>.

Rábano

1. Diámetro de la raíz carnososa. (Se utilizó un pie de rey).
2. Rendimiento en kg/ m lineal.

Remolacha.

1. Diámetro de la raíz carnososa. (Se utilizó un pie de rey).
2. Rendimiento en kg/ m<sup>2</sup>.

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con 4 réplicas. Los datos compilados fueron procesados mediante el paquete estadístico Statgraphics, versión 5.0.

Evaluación económica

Para la evaluación económica se partió de los rendimientos obtenidos, calculándose los gastos directos e indirectos según los recursos utilizados en cada una de las labores agrotécnicas ejecutadas en los cultivos. El cálculo de los gastos de aplicación de los productos biofertilizantes incluyó el gasto de los productos utilizados, según los precios siguientes:

- *Azospirillum*: \$ 1,50 el litro.
- Micorrizas (*EcoMic*®): \$ 2,50 el kilogramo.

Se asumió un área de 5 m<sup>2</sup> por tratamiento, calculándose la producción obtenida en kg.

Para determinar los ingresos se tuvo en cuenta el precio de venta que fue de:

- \$ 3,58 el kilogramo de lechuga.
- \$ 1,56 el kilogramo de rábano.
- \$ 2,06 el kilogramo de remolacha.

Calculándose la ganancia, el costo unitario, la rentabilidad y el costo por peso.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Asociación lechuga-rábano

En sentido general, los resultados obtenidos en cada una de las variables estudiadas en el cultivo de la lechuga en condiciones de semiprotegido, manifiestan una respuesta favorable a la aplicación

de biofertilizantes, observándose en la Tabla 1 el comportamiento del rendimiento y sus componentes, donde se aprecia diferencia significativa en cada una de las variables estudiadas, destacándose la aplicación combinada de los biofertilizantes *Azospirillum* + micorrizas con 14,70 hojas totales, el cual difiere significativamente del Testigo y la aplicación de micorrizas, no así de la aplicación de *Azospirillum*.

De igual forma al coinocular *Azospirillum* + micorrizas se obtuvo el mejor rendimiento con 1,71 kg/m<sup>2</sup> el cual difiere significativamente del Testigo, no así de los restantes. Resultados similares se reportan por Nuñez (2005), quien al estudiar el efecto combinado de la aplicación de biofertilizantes y materia orgánica, bajo condiciones de organopónico, obtuvo un incremento significativo de las hojas totales con la coinoculación de *Azospirillum* + micorrizas en comparación con la inoculación simple y el testigo.

Youbain *et al.* (2004), obtuvieron una influencia positiva de la biofertilización con HMA, utilizando la especie *Glomus fasciculatum*, en el rendimiento de la lechuga, pero en condiciones de casa de cultivo. Esta acción beneficiosa se corrobora por lo planteado por Corredor (2006) al enfatizar que las micorrizas contribuyen a mejorar la nutrición mineral de la planta, incrementan la tolerancia a condiciones de estrés hídrico y salinidad, influyen en la fotosíntesis de la planta hospedera y participan en la producción de hormonas estimulantes o reguladoras del crecimiento vegetal, entre otros beneficios.

**Tabla 1. Comportamiento del rendimiento y sus componentes en el cultivo de la lechuga en condiciones de semiprotegido**

| Tratamientos | Variables de Estudio |                                   |
|--------------|----------------------|-----------------------------------|
|              | Hojas Totales        | Rendimientos (kg/m <sup>2</sup> ) |
| 1            | 13,16 <sup>b</sup>   | 1,28 <sup>b</sup>                 |
| 2            | 13,55 <sup>b</sup>   | 1,55 <sup>a</sup>                 |
| 3            | 13,88 <sup>ab</sup>  | 1,57 <sup>a</sup>                 |
| 4            | 14,70 <sup>a</sup>   | 1,71 <sup>a</sup>                 |

Analizando verticalmente, letras diferentes difieren significativamente

En la Tabla 2 se presenta el efecto de la incorporación de biofertilizantes sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo del rábano

intercalado con lechuga, observándose que existe diferencia significativa en cuanto al diámetro de la raíz carnosa, destacando la coinoculación de *Azospirillum* + micorrizas con 4,23 cm, el cual difiere significativamente del Testigo, no así de los restantes.

El rendimiento en kg/m lineal no muestra diferencia significativa entre los tratamientos, apreciándose un incremento con la aplicación combinada de los biofertilizantes Micorrizas y *Azospirillum*.

**Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre le rendimiento y sus componentes en el cultivo de rábano intercalado con el cultivo de la lechuga**

| Tratamientos | Variables de Estudio             |                            |
|--------------|----------------------------------|----------------------------|
|              | Diámetro de la raíz carnosa (cm) | Rendimientos (kg/m lineal) |
| 1            | 3,93 <sup>b</sup>                | 0,28 <sup>a</sup>          |
| 2            | 4,07 <sup>ab</sup>               | 0,42 <sup>a</sup>          |
| 3            | 4,22 <sup>a</sup>                | 0,43 <sup>a</sup>          |
| 4            | 4,23 <sup>a</sup>                | 0,50 <sup>a</sup>          |

Analizando verticalmente, letras diferentes difieren significativamente

#### Asociación remolacha - rábano

Al analizar los resultados obtenidos en el cultivo de la remolacha se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a los parámetros estudiados (Tabla 3). El rendimiento se comporta de manera similar y el diámetro de la raíz carnosa manifiesta una tendencia al incremento cuando se aplican los biofertilizantes de forma simple y combinada.

**Tabla 3. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la remolacha en condiciones de producción (semiprotegido)**

| Tratamientos | Variables de Estudio             |                                   |
|--------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|              | Diámetro de la raíz carnosa (cm) | Rendimientos (kg/m <sup>2</sup> ) |
| 1            | 6,36 <sup>a</sup>                | 2,30 <sup>a</sup>                 |
| 2            | 6,37 <sup>a</sup>                | 2,40 <sup>a</sup>                 |
| 3            | 6,43 <sup>a</sup>                | 2,48 <sup>a</sup>                 |
| 4            | 6,46 <sup>a</sup>                | 2,50 <sup>a</sup>                 |

Analizando verticalmente, letras diferentes difieren significativamente

Al analizar los resultados del intercalamiento rábano-remolacha (Tabla 4) se distingue un comportamiento semejante en cuanto al diámetro de la raíz carnosa, observándose que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, manifestándose una tendencia

al aumento del diámetro de la raíz carnosa cuando fueron aplicados de forma combinada los biofertilizantes a base de *Azospirillum* + micorrizas.

En cuanto a los rendimientos existe un comportamiento análogo, no existiendo diferencia significativa entre los mismos y un ligero incremento con la aplicación de *Azospirillum* y la coinoculación de *Azospirillum* + micorrizas.

**Tabla 4. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de rábano intercalado con el cultivo de la remolacha**

| Tratamientos | Variables de Estudio             |                            |
|--------------|----------------------------------|----------------------------|
|              | Diámetro de la raíz carnosa (cm) | Rendimientos (kg/m lineal) |
| 1            | 5,07 <sup>a</sup>                | 0,50 <sup>a</sup>          |
| 2            | 5,20 <sup>a</sup>                | 0,50 <sup>a</sup>          |
| 3            | 5,21 <sup>a</sup>                | 0,55 <sup>a</sup>          |
| 4            | 5,24 <sup>a</sup>                | 0,55 <sup>a</sup>          |

Analizando verticalmente, letras diferentes difieren significativamente

En ambas asociaciones lechuga-rábano y remolacha-rábano las aplicaciones combinadas de *Azospirillum*-micorrizas, manifestaron los mejores resultados, evidenciándose el efecto positivo de esta inoculación en el rendimiento y sus componentes..En tal sentido 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. Por su parte Pulido (2002), al estudiar el efecto combinado *Azotobacter* + *G. fasciculatum* en el cultivo del tomate comprobó que esta inoculación favoreció su crecimiento. También Núñez (2005), en sustrato con bajo contenido de materia orgánica, obtuvo incrementos significativos del rendimiento de la lechuga al aplicar *Azospirillum* y micorrizas de forma simple y combinada en relación con el testigo.

#### Evaluación Económica

El análisis de la factibilidad económica de la aplicación de biofertilizantes (*Azospirillum* y micorrizas) en los cultivos estudiados muestra resultados económicos favorables, avalados por la obtención de ganancias.

En la Tabla 5 se presenta la valoración económica de los resultados obtenidos en la asociación lechuga-rábano donde se observa que el tratamiento 1 (Testigo) obtuvo la menor ganancia con \$ 91,99, influenciado por el bajo rendimiento.

La mayor ganancia se obtuvo en el tratamiento 3 (*Azospirillum*) con \$119,90, seguido del tratamiento 4 (*Azospirillum* + micorrizas) con \$ 116,25.

**Tabla 5. Valoración económica de los resultados obtenidos en la asociación lechuga – rábano**

| Asociación Lechuga - Rábano (Cantero de 25 m <sup>2</sup> ) |                   |         |            |                     |           |
|---|-------------------|---------|------------|---------------------|-----------|
| Indicadores   | UM                | Testigo | Micorrizas | <i>Azospirillum</i> | Mic+Azosp |
| <b>Rendimiento</b>  |                   |         |            |                     |           |
| Lechuga   | kg/m <sup>2</sup> | 1,28    | 1,55       | 1,57                | 1,71      |
| Rábano  | kg/m              | 0,28    | 0,42       | 0,43                | 0,50      |
| <b>Producción</b>   |                   |         |            |                     |           |
| Lechuga   | kg                | 31,95   | 38,50      | 39,20               | 41,65     |
| Rábano  | kg                | 7,0     | 10,50      | 10,75               | 12,50     |
| Producción total  | kg                | 38,95   | 49,00      | 4,95                | 54,15     |
| Costo Total   | \$                | 33,31   | 43,7       | 37,2                | 52,35     |
| <b>Ingreso</b>  |                   |         |            |                     |           |
| Lechuga   | \$                | 114,38  | 137,83     | 140,33              | 149,10    |
| Rábano  | \$                | 10,92   | 16,38      | 16,77               | 19,50     |
| Ingreso Total   | \$                | 125,30  | 154,21     | 157,10              | 168,60    |
| Ganancia  | \$                | 91,99   | 110,51     | 119,90              | 116,25    |
| Costo Unitario  | \$/kg             | 0,85    | 0,89       | 0,74                | 0,96      |
| Costo x peso  | \$                | 0,18    | 0,28       | 0,23                | 0,31      |
| Rentabilidad  | %                 | 276,10  | 252,80     | 322,30              | 222,00    |

La valoración económica de los resultados obtenidos en la asociación remolacha - rábano se muestra en la Tabla 6, observándose que el tratamiento 3 (*Azospirillum*) obtuvo la mayor ganancia con \$ 95,72.

En el cultivo de la remolacha los rendimientos obtenidos no fueron los esperados, cabe señalar que los mismos se vieron afectados por las condiciones

climáticas adversas que provocaron inundación en los canteros. No obstante lo anteriormente expuesto pueden apreciarse ganancias en todos los tratamientos.

Los rendimientos y el ingreso (\$), presentan un comportamiento similar en cada uno de los tratamientos estudiados.

**Tabla 6. Valoración económica de los resultados obtenidos en la asociación remolacha - rábano**

| <b>Asociación (Remolacha - Rábano) Cantero de 25 m<sup>2</sup></b> |                   |                |                   |                            |               |
|--|-------------------|----------------|-------------------|----------------------------|---------------|
| <b>Indicadores</b>   | <b>UM</b>         | <b>Testigo</b> | <b>Micorrizas</b> | <b><i>Azospirillum</i></b> | <b>Mi+Az</b>  |
| <b>Rendimiento</b>   |                   |                |                   |                            |               |
| Remolacha  | kg/m <sup>2</sup> | 2,30           | 2,40              | 2,43                       | 2,50          |
| Rábano   | kg/m              | 0,50           | 0,50              | 0,55                       | 0,55          |
| <b>Producción</b>  |                   |                |                   |                            |               |
| Remolacha  | kg                | 57,50          | 60,0              | 60,35                      | 62,50         |
| Rábano   | kg                | 12,50          | 12,50             | 13,75                      | 13,75         |
| <b>Producción total</b>  | <b>kg</b>         | <b>25,00</b>   | <b>26,25</b>      | <b>27,50</b>               | <b>27,50</b>  |
| <b>Costo Total</b>   | <b>\$</b>         | <b>26,03</b>   | <b>35,30</b>      | <b>29,80</b>               | <b>43,40</b>  |
| <b>Ingreso</b>   |                   |                |                   |                            |               |
| Remolacha  | \$                | 119,60         | 124,80            | 125,52                     | 130,0         |
| Rábano   | \$                | 19,50          | 19,50             | 21,45                      | 21,45         |
| <b>Ingreso Total</b>   | <b>\$</b>         | <b>45,50</b>   | <b>48,10</b>      | <b>50,05</b>               | <b>50,05</b>  |
| <b>Ganancia</b>  | <b>\$</b>         | <b>93,57</b>   | <b>89,50</b>      | <b>95,72</b>               | <b>86,60</b>  |
| <b>Costo Unitario</b>  | <b>\$/kg</b>      | <b>0,45</b>    | <b>0,58</b>       | <b>0,49</b>                | <b>0,69</b>   |
| <b>Costo x peso</b>  | <b>\$</b>         | <b>0,21</b>    | <b>0,28</b>       | <b>0,23</b>                | <b>0,33</b>   |
| <b>Rentabilidad</b>  | <b>%</b>          | <b>359,0</b>   | <b>252,11</b>     | <b>321,0</b>               | <b>299,53</b> |

Los resultados económicos de la asociación remolacha-rábano fueron similares a la asociación lechuga-rábano, reportándose ganancias en todos los tratamientos, destacando la aplicación simple de *Azospirillum* con \$ 95,72 seguida del testigo con \$93,57.

Álvarez (2005) señala que bajo los actuales precios de venta a la población en los organopónicos, la aplicación de productos biofertilizantes, independientemente de su mayor o menor efectividad, no representa cuantitativamente un problema económico para los productores, dado fundamentalmente por los bajos costos de aplicación de los mismos.

## CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos en las asociaciones lechuga - rábano y remolacha - rábano mostraron una respuesta favorable a la inoculación de forma simple y combinada de biofertilizantes en condiciones de semiprotegido.
2. La coinoculación de biofertilizantes Micorrizas + *Azospirillum* manifestó los mejores resultados en cuanto a rendimiento.
3. Las asociaciones estudiadas muestran resultados económicos favorables con la obtención de ganancia y alta rentabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, J.L.: Comportamiento de la aplicación de productos biofertilizantes en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*, L). Tesis presentada en opción al grado científico de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible. UNAH-UMCC, 68 pp., 2005.
2. Corredor, Gloria: Micorrizas arbusculares. Aplicación para el manejo sostenible de los agroecosistemas [en línea] 2006. Disponible en: <http://www.Micoral.cl>. [Consultado: Noviembre 2010]
3. Díaz, P; R. Ferrera; J.J. Almaraz y G. Alcántar: Inoculación de bacterias promotoras del crecimiento en lechuga. 19. (4). Instituto de Recursos Naturales. TERRA, México, 2001.
4. Núñez, Dania Bárbara: Evaluación de la aplicación de biofertilizantes en condiciones de Agricultura Urbana. Tesis presentada en opción al grado científico de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible, UNAH-UMCC, 64 pp., 2005.
5. Pulido, J.: Hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: alternativas para la producción de posturas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) y cebolla (*Allium cepa* L), Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Agrícolas, INCA, La Habana, 98 pp., 2002.
6. Roldos, J.; A. Casa; A. Delgado; J. Pérez: Uso de biofertilizantes en los suelos ferralíticos cultivados con caña de azúcar. Resúmenes Reunión Latinoamericana de hizobiología. p109., 1994.
7. Youbain, J.; A. Cabrera; J. Arzuaga; F. Fernández y J. Dell Amico: La aplicación de hongos micorrizógenos en soporte sólido y líquido para la producción de lechuga en casa de cultivo. Congreso Científico. Programa y Resúmenes. INCA. Habana, Cuba, p. 155, 2004.

Recibido: 16/11/2011

Aceptado: 15/09/2012