

Estudio preliminar de diferentes técnicas de aplicación de un biofertilizante a base de *Azospirillum* sp. en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Caridad Díaz Boffil, Emérita M. González Pérez, Jorge L. Álvarez Marquéz y Martha Laurencio Silva.

Facultad de Agronomía, Universidad "Camilo Cienfuegos". de Matanzas.

RESUMEN. En el presente trabajo se estudió la influencia de un biofertilizante obtenido a base de *Azospirillum* sp. sobre el desarrollo del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en condiciones de organopónico, y se determinó la técnica más adecuada para la aplicación del mismo. Se estudiaron tres métodos de aplicación y las variables medidas fueron masa fresca, masa seca, área foliar y el rendimiento del cultivo. Los resultados muestran que la aplicación de esta rizobacteria tiene una influencia positiva sobre el cultivo de la lechuga y que el mejor método de aplicación del biofertilizante se corresponde con la inoculación del mismo de forma directa al suelo.

Palabras clave: Lechuga, *Azospirillum*, componentes del rendimiento.

ABSTRACT. In the following report it was studied the influence of a biofertilizer obtained on the base of *Azospirillum* sp. about the development of the culture of lettuce (*Lactuca sativa* L.) in organoponic conditions, and also was determined the most adequate technique for the application of it. There were carried out three methods of application and the variables measured were fresh mass, dry mass, foliar area and culture profit. The result shows that the application of this rizobacter has a positive influence on the lettuce culture and the best method of the biofertilizer correspond with the inoculation in direct on the soil.

Key Words: lettuce, *Azospirillum*, yield's component.

INTRODUCCIÓN

Entre los cultivos que se establecen en los organopónicos, es la lechuga la que ocupa el segundo lugar en la preferencia de la población, sólo antecedida por el tomate (Concepción Heredia, 1998). El sistema de explotación intensivo que se practica en los mismos, unido a las altas extracciones de nutrientes que realizan las hortalizas, la alta mineralización de la materia orgánica y el considerable lavado de nutrientes que se produce en tales condiciones, provocan un violento descenso de la alta fertilidad que se logra con las mezclas utilizadas para conformar el sustrato. Esto hace que en 6 ó 7 cosechas, a veces menos, sea necesario volver a preparar las mezclas y rellenar los canteros. Aunque no se puede evitar totalmente la disminución de la fertilidad, ésta puede ser menos violenta si se emplean diferentes alternativas, tales como: zeolita, humus de lombriz, compost, biofertilizantes, etc., que se producen de forma local a precios muy bajos (Denia Pérez y otros, 1998).

Entre las rizobacterias más empleadas en la aplicación de biofertilizantes, se encuentra el género *Azospirillum*, el cual es capaz de asociarse a una amplia gama de cultivos, siendo las gramíneas las que han sido más estudiadas en su relación con el mismo. No obstante, la aplicación de biofertilizantes a base de esta rizobacteria ha dado resultados promisorios en muchos cultivos, gran parte de ellos hortícolas, encontrándose entre los mismos la lechuga.

El género *Azospirillum* constituye un candidato seguro para ser utilizado en beneficio de los cultivos, pues en diferentes experimentos realizados se ha podido comprobar que entre sus efectos benéficos se encuentra el aumento del sistema radical con el consiguiente aumento de la toma de nutrientes y agua, además de lograrse disminuir el empleo de fertilizantes minerales (Mabel, Pazos y otros. 1998) y por tanto aminorar los costos de producción (Saad, M. S. y otros 1996).

El efecto directo de la utilización del *Azospirillum* consiste en un aumento en la

movilización de nutrientes solubles, seguido por el mejoramiento de absorción de las plantas (Lifshitz *et al.*, 1987), la producción de antibióticos para hongos, bacterias y virus (Hoffland *et al.*, 1997) y de fitohormonas (auxinas, giberelinas, citoquininas y etileno) (Schroth y Weinhold, 1986; Chanway, 1997), citados por Díaz, P y otros, (2001).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de un biofertilizante preparado a base de *Azospirillum* sp. en el desarrollo y producción del cultivo de la lechuga en condiciones de organopónico, así como las posibles diferencias en las formas de aplicación del mismo, para determinar el método más efectivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue desarrollada en áreas agrícolas dedicadas a organopónico, correspondientes al Plan Alimentario de la Universidad "Camilo Cienfuegos" de Matanzas. Se utilizó la variedad de lechuga "Black Simpson", las posturas transplantadas a los 20 días de establecidas, a una distancia de siembra de 15 x 15 cm y se efectuaron todas las atenciones culturales establecidas en las normas para organopónico (Comisión Nacional de Organopónicos y su grupo Técnico Operativo Nacional, 1995).

Los tratamientos estudiados en el experimento fueron los siguientes:

1. Sin aplicación (Testigo).
2. Aplicación del biofertilizante al suelo.
3. Raíces sumergidas en el inóculo a un 100 % de concentración.
4. Raíces sumergidas en el inóculo a un 50 % de concentración.

El inóculo utilizado se preparó a partir de la cepa SP-7 con una concentración de 10^6 ufc (obtenida en el cepario del INCA).

La aplicación al suelo del biofertilizante se realizó a mochila en dosis de 40 L/ha, ya que esta es la que mejores resultados ha reportado en experimentos sobre diferentes dosis

realizados con anterioridad (Moya y otros, 2001).

Para la inoculación de las raíces en el tratamiento 4, éstas se sumergen en el inóculo diluido al 50 % en agua, método que ha sido utilizado por otros investigadores (Teresa Fraser y otros, 1998).

Se utilizó un bloque al azar con 4 repeticiones en una unidad experimental de 2,98 m². Para evaluar las variables en estudio (excepto rendimiento) se extrajeron al azar 3 plantas por cada unidad experimental, procesándose los datos mediante un análisis de varianza doble y la prueba de Duncan.

Las variables estudiadas fueron:

Área foliar: Se muestrearon 5 plantas por cada tratamiento, tomadas al azar, realizándose mediciones para toda la planta.

Masa fresca: Se halló la masa promedio de 3 plantas

Masa seca: Se llevaron las plantas (3) utilizadas para medir la variable descrita anteriormente a la estufa, a una temperatura entre 70-80 °C, hasta masa constante.

Las mediciones se realizaron a los 15 y 28 días del trasplante.

Rendimiento: Se evaluó cosechando todas las plantas de cada parcela experimental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del experimento muestran que las variables masa fresca y seca, presentan igual comportamiento. A los 15 días no se señalan diferencias significativas entre las variantes, a los 28 días ambas ofrecen como mejor resultado el tratamiento 2, el cual difiere significativamente del 3 (tablas 1 y 2).

Tabla 1. Valores experimentales de masa fresca.

| Edad (días) | Tratamientos | | | |
|-------------|----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15 | 12,87 ^a | 14,02 ^a | 14,15 ^a | 12,20 ^a |
| 28 | 106,47 ^{ab} | 210,12 ^a | 83,50 ^b | 196,25 ^{ab} |

Tabla 2. Valores experimentales de masa seca.

| Edad (días) | Tratamientos | | | |
|-------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15 | 1,05 ^a | 1,02 ^a | 1,08 ^a | 0,975 ^a |
| 28 | 83,9 ^{ab} | 166,92 ^a | 65,57 ^b | 155,95 ^{ab} |

El área foliar, señala al tratamiento 2 como el mejor, que en el primer muestreo no difirió significativamente de ningún tratamiento y en el segundo presentó diferencias significativas con todas, excepto el 4 (tabla 3). Estos resultados se acercan a los de Díaz, P. y otros (2001), al estudiar el efecto de cepas bacterianas de diversos géneros en el cultivo de la lechuga, donde encontraron que diferentes cepas correspondientes al género *Azospirillum* se señalaban como: 4^{to} lugar en área foliar, 3^{ro} y 2^{do} lugar en los resultados de masa fresca y masa seca respectivamente, efectos sobresalientes en la absorción de N₂ y como promotoras de crecimiento, tanto en la germinación como en el desarrollo vegetativo de la lechuga.

Tabla 3. Valores experimentales del área foliar.

| Edad (días) | Tratamientos | | | |
|-------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 15 | 87,8 ^a | 155,7 ^a | 150,5 ^a | 134,0 ^a |
| 28 | 955,0 ^b | 1970,25 ^b | 814,5 ^b | 1573,5 ^a |

En la variable rendimiento también se presenta el tratamiento 2 como el de mejor resultado (tabla 4), difiriendo significativamente solo del tratamiento 1. Resultados similares para el cultivo del tomate fueron obtenidos por Teresa Fraser y otros (1997), al estudiar diferentes métodos de aplicación de *Azospirillum* sp.: imbibición de raíces con diferentes niveles y aspersión al suelo en dosis de 40 L/ha, ambos en el trasplante, obteniendo mayor rendimiento para los tratamientos con *Azospirillum*, pero sin diferencias entre los métodos de aplicación.

Tabla 4. Rendimiento del cultivo.

| Rendimientos (kg/m ²) | Tratamientos | | | |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 1,52 ^b | 2,07 ^a | 1,74 ^{ab} | 1,82 ^{ab} |

López y otros (1996), al estudiar dos métodos de inoculación de *Azospirillum* en boniato: inmersión de las estacas en el biopreparado antes de plantar y la aplicación directa al suelo, observaron que ambas variantes de aplicación son efectivas y que los resultados se encuentran influidos por la dosis utilizada.

Se destaca que los resultados obtenidos en el rendimiento sobrepasan en todos los tratamientos al rango de valores que se obtienen tradicionalmente para este cultivo, planteado por la Comisión de Organopónicos (1-1,2 kg/ha).

De forma general, el resultado más sobresaliente corresponde al tratamiento 2 en las diferentes variables, lo cual puede explicarse por el método de aplicación empleado, que tiende a ser el más efectivo dado el área de sustrato que abarca (toda), que no se comporta así en los tratamientos 3 y 4, donde solo se logra abarcar un área muy pequeña (alrededor de la raíz). También existe la posibilidad de que el tiempo de inmersión de las raíces en el inóculo no haya sido el suficiente y por ende la invasión de las bacterias en la zona radical no fuese efectiva. No obstante lo anteriormente expuesto, se evidencia que la aplicación de *Azospirillum* fue beneficiosa para el cultivo independientemente del método de aplicación utilizado, lo cual se corrobora por las diferencias con respecto al testigo así como por la que ya se mostró en el rendimiento respecto a los tradicionalmente obtenidos en condiciones de organopónico cuando no se emplea este biofertilizante.

Al realizar el análisis económico, el tratamiento de mejor comportamiento fue el 2 (tabla 5), dado fundamentalmente por el ingreso obtenido del incremento de los rendimientos, en comparación con los otros tratamientos, observándose un menor costo unitario y costo por peso, así como un mayor beneficio y rentabilidad. Los tratamientos de comportamiento económico menos favorable fueron el 1 y 3 y los tratamientos 2 y 4 los de mejor comportamiento, aunque puede observarse que existió beneficio en todos los tratamientos y la producción del cultivo fue rentable. Debe aclararse que para estos cálculos económicos se

consideró un precio bajo por kilogramo del producto, de asumir los precios actuales de venta de esta producción en condiciones de organopónicos, los resultados fueran mayores.

Tabla 5. Valoración económica de la aplicación de biofertilizantes a base de *Azospirillum* en lechuga

| Conceptos | Unidad | Tratamientos | | | |
|-------------|--------------------|--------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Rend. | Kg./m ² | 1,52 | 2,07 | 1,74 | 1,82 |
| producción | Kg. | 25,84 | 35,19 | 29,58 | 30,94 |
| P. unitario | \$/Kg. | 0,65 | 0,65 | 0,65 | 0,65 |
| V. de prod. | \$ | 16,79 | 22,87 | 19,22 | 20,11 |
| C. de prod. | \$ | 13,70 | 15,06 | 15,86 | 14,78 |
| C. unitario | \$/Kg. | 0,53 | 0,43 | 0,54 | 0,48 |
| Costo/\$ | \$ | 0,82 | 0,66 | 0,83 | 0,73 |
| Beneficio | \$ | 3,09 | 7,81 | 3,36 | 5,33 |
| Rend. | % | 22,5 | 51,8 | 21,18 | 36,0 |

CONCLUSIONES

1. La aplicación de biofertilizante a base de *Azospirillum* sp. tuvo influencia positiva en el desarrollo y rendimiento del cultivo de la lechuga en condiciones de organopónico, independientemente del método de aplicación utilizado.
2. El método de aplicación basado en la inoculación al suelo del biofertilizante, en dosis de 40 L/ha, mostró los resultados más promisorios si se compara con los métodos de inoculación directa a la raíz.

RECOMENDACIONES

- Dado que este es un resultado preliminar y que ha sido ínfima la bibliografía encontrada respecto a la aplicación de *Azospirillum* sp. como biofertilizante en el cultivo de la lechuga, se recomienda:
- Continuar el trabajo iniciado, ampliándolo a otras variedades y épocas de siembra.
- Perfeccionar los métodos de aplicación de este biofertilizante para el cultivo de la lechuga, con el objetivo de lograr una tecnología adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional de Organopónicos y su grupo Técnico Operativo (1995).

Heredia Concepción (1998): Conferencia impartida. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". 1998.

Denia Pérez; J. E. Gandarilla; Mirna Vento; R. Curbelo; A. Guerra y R. Caballero (1998): "Alternativas nutricionales para mantener la fertilidad de los sustratos en organopónicos". Resúmenes XI Seminario. INCA.

Díaz, P; R. Ferrera-Cerrato; J. J. Almaraz-Suarez y G. Alcántara (2001): Inoculación de bacterias promotoras del crecimiento en lechuga". Sitio Web: ronaldffc@colpos.Mx,

López, P. J.S; P. G. Mangohig; M. Espiritu; R. Anora; T. S. Santos; J. Anorna; E. T. Rasco Jr. (1996): "Growth and field response of field-grown sweetpotato to *Azospirillum* inoculum". *Philippine Journal of Crop Science*.

Pazos Mabel; Annia Hernández y F. Cuevas (1998): "Selección de cepas nativas de *Azospirillum brasilense* en el cultivo del arroz". Resúmenes, XI Seminario Científico, INCA.

Moya, N; D. Ruiz; Ana Julia Rondón; J. L. Alvarez; R. Liriano; P. Sánchez y M. Fabelo (2001): "Influencia de la aplicación de un biofertilizante a base de *Azospirillum* en la germinación de la semilla y producción de cultivos hortícola". *Centro Agrícola* 28(2): 38-41.

Saad, M.S; A. S. Ali-Sabuddin, A. G. Yunus y Z. Shamsuddin (1996): "Performance of sweetpotato variety OPMSS 5 inoculated with *Azospirillum* on sandy ten trilling soil". Box 933, Manila. Selected Research Papers. July 1995-June 1996, volume 2: Sweetpotato. Oct 1996. pp. 107-119

Fraser, Teresa y María M. Sarría (1998): "Efecto de la aplicación de *Azospirillum* sp. en el rendimiento y la calidad del cultivo del boniato var. CEMSA- 354". Resúmenes: XI Seminario Científico. INCA. 1998.

Fraser Teresa; María M. Sarría; Nubia Grimón;
L. Galvez; R. Gómez y Ramona
Hernández.(1999): “Efecto de métodos de
aplicación de *Azospirillum* sp. sobre el
rendimiento y tenores de NPK foliar del tomate
var. HC-3880”. Resúmenes, IV Congreso de la
Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo y
Reunión Internacional de Rhizosfera.

