

**EFECTO DE LA ROTACIÓN BRÓCOLI-CEBOLLA SOBRE LA POBLACIÓN Y
CAPACIDAD INFECTIVA DE HONGOS MICORRÍZICOS
NATIVOS (HMN) EN CAMPO**

por Andrea Torres¹,
Emma Zavaleta-Mejía²,
Carmen González-Chávez³ y
Ronald Ferrera-Cerrato⁴

**EFFECT BROCCOLI-ONION ROTATION ON POPULATION AND
COLONIZATION HABILITY OF MYCORRHIZIC INDIGENOUS FUNGI
ON FIELD**

ABSTRACT

The effect of broccoli (*Brassica oleracea* L.) rotation and the incorporation of its residues to soil alone and combined with mulching with black polyethylene on the population (number of viable mycorrhizic propagules/100 g) and colonization by indigenous mycorrhizal fungi on onion (*Allium cepa* L.) was evaluated in field. These practices resulted in a significant reduction in the number of viable mycorrhizical propagules; however the colonization of onions plants by the mycorrhizal fungi was significantly higher in the broccoli treatments.

Key words: *Allium cepa*, *Brassica oleracea*, mycorrhizac, *Sclerotium cepivorum*.

RESUMEN

Con el objeto de conocer el efecto de la rotación con brócoli (*Brassica oleracea* L.) (planta no micorrizable) e incorporación de sus residuos sola y en combinación con acolchado con plástico negro, sobre las poblaciones y capacidad infectiva de hongos micorrizicos nativos de cebolla (*Allium cepa* L.), se realizó un experimento en el campo. Los resultados obtenidos indicaron que la rotación con brócoli e incorporación de sus residuos al suelo, sola o en combinación con acolchado, redujeron significativamente el número de propágulos de hongos micorrizicos nativos en el suelo; sin embargo, hubo una estimulación significativa en la colonización de raíces de cebolla en los tratamientos con brócoli.

Palabras clave : *Allium cepa*, *Brassica oleracea*, micorrizas, *Sclerotium cepivorum*.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la pudrición blanca del ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*A. cepa* L.) ocasionada por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk. ha llegado a ser muy importante en las principales áreas de producción de estos cultivos en el país (Zavaleta-Mejía, 1990). Entre las

¹ Estudiante de Maestría del Programa de Fitopatología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados

² Profesor investigador del Programa de Fitopatología, C.P.

³ Investigador adjunto del Programa de Edafología, C.P.

⁴ Profesor investigador del Programa de Edafología, C.P.

Recibido: 17 de mayo, 1995. Aceptado: 27 de septiembre, 1995.

Solicitud de sobretiros: Andrea Torres¹.

prácticas que pueden contribuir al manejo de la enfermedad, está la rotación con crucíferas e incorporación de sus residuos al suelo (Zavaleta-Mejía *et al.*, 1989; Zavaleta-Mejía *et al.*, 1991 y Villar, *et al.*, 1990).

Es perfectamente conocido que las especies de *Allium* son altamente micorrizadas y el efecto fisiológico más importante de la micorrización es el incremento en la tasa de absorción de fósforo, nitrógeno, potasio y azufre (Reid, 1990; Stribley, 1990), lo cual redundará en un mejor desarrollo de las plantas, y si éstas son cultivadas, los incrementos en la producción debidos a la colonización por hongos micorrizicos arbusculares (HMA) son realmente notables.

A pesar de lo anterior, existen ciertas prácticas agrícolas que pueden tener un efecto considerable en el desarrollo de la asociación micorrizica. Así, Abbott y Robson (1991) señalaron que el tipo de cultivo ejerce un efecto selectivo en la abundancia de diferentes especies de hongos MA. Por ejemplo, los miembros de las familias Brassicaceae y Chenopodiaceae se caracterizan por formar poca o ninguna asociación micorrizica, (Ocampo *et al.*, 1980; Vivekanandan y Fixen, 1991).

Con respecto a las plantas que presentan poca o ninguna asociación micorrizica, existen pocos trabajos que reportan su efecto en ésta, al estar interplantadas o ser rotadas con cultivos que son altamente micorrizicos. Por ejemplo, González-Chávez *et al.*, (1990) indican que en el sistema maíz-calabaza rotado con *Sizolobium*, las plantas de calabaza no son micorrizadas mientras que el maíz y la leguminosa sí presentan colonización. Se considera que en rotaciones de cultivos que incluyen plantas no hospedantes o en las cuales se desarrolla poca micorriza, la población de hongos MA debe ser menor después de ellas que después de un cultivo fuertemente micorrizico (Ocampo y Hayman, 1981). Por ejemplo, Iqbal y Quareshi (1976) y Hayman *et al.* (1975) (citados por St John y Coleman, 1983) encontraron que las crucíferas algunas veces inhiben la colonización en plantas micorrizicas hospedantes, en la misma maceta o en el campo. También Black y Tinker (1979) reportan que el número de esporas y las subsecuentes colonizaciones en cultivos de cebada, fueron mayores después de haber sembrado cebada, en contraste después de col y en ausencia de cultivo, la población de esporas y la colonización en plantas de cebolla se redujo. Por su parte, Abbott y Robson (1991) mencionan un nivel bajo de formación micorrizica en cultivos que crecieron después de crucíferas, comparados con los cultivos que lo hicieron después de cultivos micorrizicos. Ellos atribuyen estos resultados al efecto de los residuos de plantas no micorrizicas. El-Atrach *et al.* (1989), indican que el efecto negativo de las crucíferas sobre la germinación de esporas de HMA y la colonización en plantas hospedantes, después de que han crecido aquéllas, se debe primordialmente a los compuestos volátiles que emanan de sus raíces. Glenn (1983), ha determinado que los compuestos involucrados en esta inhibición son los glucosinatos emanados y/o liberados por las crucíferas.

Ocampo y Hayman (1981) indican que, contrario a ciertas especulaciones, el precultivo con las llamadas "no hospedantes" no inhibe el desarrollo de MA en las plantas hospedantes del ciclo subsecuente. En algunos casos las raíces no hospedantes incrementan la tasa de colonización en plantas hospedantes; además parece que cuando el primer cultivo es altamente micorrizico, puede incrementar el número de propágulos en el suelo.

Por otro lado, muchos experimentos (Katan *et al.*, 1976, 1980; Katan, 1981; Stapelton y DeVay, 1982; Afek *et al.*, 1991) han indicado el potencial de la solarización para la reducción de patógenos, enfermedades, control de arvenses e incremento en la producción. Sin embargo, muy

pocos estudios se han enfocado al efecto de la solarización en la colonización de hongos micorrízicos. Afek *et al.* (1991) presentaron resultados que demuestran que la solarización no afecta a las poblaciones de hongos MA nativos. Katan (1987) por su parte menciona que la solarización del suelo además de controlar a los patógenos habitantes del suelo, incrementa el número de microorganismos benéficos.

Con base en lo expuesto y dado que existe una evidente controversia sobre lo que puede ocurrir con los HMA al rotar cultivos micorrízicos con cultivos que no lo son surge la inquietud por conocer el efecto de las crucíferas, utilizadas en el manejo de *S. cepivorum*, en los hongos micorrízicos, reconocidos ampliamente como simbioses de las raíces de cebolla; por lo cual se planteó el presente estudio cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la rotación e incorporación de brócoli (*Brassica oleracea* var. *capitata*) en las poblaciones y capacidad infectiva de hongos micorrízicos nativos (HMN) en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un terreno infestado naturalmente con *S. cepivorum*, en Montecillo, Edo. de México, se estableció un experimento que incluyó los siguientes tratamientos: 1) testigo, 2) rotación con brócoli sin incorporación de residuos (RB), 3) RB + incorporación de residuos de brócoli (IB), y 4) IB + plástico negro (PN). Dichos tratamientos se arreglaron en un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones por tratamiento. La unidad experimental constó de tres surcos de dos metros de largo y 70 cm de separación entre surcos, con dos hileras de plantas por surco.

El suelo donde se realizó el experimento presentaba un pH de 8.1, 26 ppm de P (Olsen), 0.19 % de N, 3.5 meq (100 g)⁻¹ de K, 3.83 % de materia orgánica y una textura franco-arcillo-limosa.

El experimento comprendió dos fases. En la primera se sembró brócoli en las parcelas que incluirían rotación y/o incorporación de este cultivo, tres meses después se cosechó y en las parcelas que involucraban incorporación de los residuos se realizó dicha práctica, colocando además plástico negro (calibre 150) en las parcelas que incluían este tratamiento. Cabe aclarar que en las parcelas correspondientes al testigo no se sembró brócoli y permanecieron en descanso durante todo este tiempo.

Dos meses y medio después de establecidos los tratamientos (tiempo durante el cual se descompusieron los residuos de brócoli y se solarizó el suelo) se inició la segunda fase del experimento, la cual comenzó con el transplante de cebolla (híbrido Early Supreme) de dos meses de edad en todas las parcelas y concluyó con la cosecha de ésta. En el tratamiento IB+PN el plástico permaneció como acolchado durante todo el ciclo de la cebolla.

Para conocer el efecto de los tratamientos sobre la población de HMI se realizaron cinco muestreos de suelo: 1) Antes de iniciar el experimento (población inicial, PI), 2) a la cosecha e incorporación del brocolí (CIB), 3) al transplante de la cebolla (TC), 4) dos meses y medio después del transplante de la cebolla (2.5 MDTC), y 5) a la cosecha de la cebolla (CC).

La estimación de la población se hizo con base al número más probable (NMP) de propágulos micorrízicos nativos en 100 gr de suelo, mediante la metodología propuesta por Sieverding (1991), realizando diluciones de suelo hasta la dilución 4⁻⁵, ya que en la literatura se

menciona que es hasta esta dilución que se presentan los propágulos de hongos. Se utilizaron conos forestales de 100 cm³ de capacidad y como planta indicadora a la cebolla de la misma variedad (híbrido Early Supreme), utilizando dos plantas por cono, teniéndose un total de 90 conos por tratamiento y muestreo. Las plantas dispuestas en un diseño completamente al azar, permanecieron por tres meses en invernadero (para asegurar la colonización de las raíces por los propágulos) a una temperatura promedio de 25°C y riegos cada 8 días.

La capacidad infectiva de los propágulos se evaluó en las raíces de las plantas utilizadas para la determinación del NMP, expresándola como porcentaje de colonización. La evaluación se hizo en cinco conos de la dilución 4⁰ de cada tratamiento y muestreo. Este parámetro también se evaluó en las raíces de las plantas que permanecieron en el campo; para esto se tomaron muestras de raíces de 10 plantas por repetición al momento de la cosecha, las raíces se mezclaron y se obtuvo una muestra de 100 g por tratamiento en la cual se llevó a cabo la determinación. Para la evaluación, primero se tiñeron las raíces por medio de la técnica de clareo y tinción en azul de tripano propuesta por Kormanik *et al.* (1980). Las raíces teñidas se cortaron en segmentos de 1.5 cm de largo y se colocaron 25 segmentos de raíz en un portaobjetos, se agregó lactoglicerol y se colocó un cubreobjetos. Posteriormente se observaron en el microscopio óptico en el aumento de 100 X, para así calcular el porcentaje de colonización.

Al final del ciclo se registró también la producción de bulbos sanos en el surco central de cada tratamiento y repetición. Todos los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y cuando éste indicó diferencias significativas se realizó la prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Para el caso de porcentaje de colonización en los diferentes muestreos, se realizaron transformaciones a raíz cuadrada.

RESULTADOS

Los resultados del efecto de la RB, IB e IB + PN sobre las poblaciones de HMN y la colonización de raíces de cebolla por éstos se muestran en la tabla 1. En relación con el número más probable (NMP) de propágulos micorrizicos nativos, la siembra de brócoli los afectó significativamente, notándose el efecto principalmente en el segundo y tercer muestreos. El efecto de la incorporación fué similar independientemente de que se haya cubierto (IB+PN) o no (IB) con plástico. A partir de los dos meses y medio después del trasplante de la cebolla, cuarto y quinto muestreos, ya no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo, permaneció la tendencia de menor población en el tratamiento IB+PN y se notó un número de propágulos ligeramente mayor en los tratamientos RB e IB.

Con relación a la capacidad infectiva de dichos propágulos, evaluada en porcentaje de colonización de raíces de cebolla, para el segundo muestreo no existió diferencia significativa entre tratamientos ya que el porcentaje de colonización fué prácticamente el mismo (Tabla 1). Sin embargo dos meses y medio después de la incorporación de brócoli, tercer muestreo, la colonización fué significativamente mayor en los tratamientos donde se incorporó brócoli, a pesar de que el número de propágulos de los HMI fué significativamente menor en dichos tratamientos. Para el cuarto y quinto muestreos la colonización micorrizica de raíces de cebolla fué similar en todos los tratamientos con excepción del tratamiento IB+PN que mostró una ligera reducción en el cuarto muestreo.

En la tabla 2 se presentan los resultados de colonización de raíces en cebollas que permanecieron en el campo durante todo el ciclo. En este caso también se notó cierta estimulación de la colonización micorrizica por efecto de la RB e incorporación de sus residuos. Dicha estimulación fue significativa y los incrementos con respecto al testigo fueron de 86.4%, 77.3 % y 64.3 % en los tratamientos IB, IB+PN y RB, respectivamente.

En la Fig. 1 se presentan los resultados de la producción de bulbos de cebolla obtenidos en cada tratamiento. La producción fue mayor en los tratamientos que involucraron incorporación de los residuos de brócoli; el incremento fue de un 72.20 % en el tratamiento IB y de 303.85 % en el tratamiento IB+PN; mientras que el tratamiento RB tuvo una producción similar a la del testigo.

DISCUSIÓN

La RB, IB e IB+PN tuvo un efecto negativo (Tabla 1) sobre el NMP de propágulos de HMN en el suelo, lo cual tal vez se debió, como mencionan Black y Tinker (1979), El-Atrach *et al.* (1989), Glenn (1983) y Lewis y Papavizas (1970,1971), a los efectos biocidas de los compuestos volátiles que se originan cuando los residuos de crucíferas son degradados por los microorganismos del suelo y en el caso de la RB a los exudados radicales de dicho cultivo.

Los incrementos en el NMP de propágulos micorrizicos viables en el tratamiento testigo, se pueden explicar debido a que durante el periodo de descanso crecieron en estos terrenos las arvenses que comunmente se desarrollan en la zona, las cuales probablemente fueron colonizadas y propiciaron el incremento en el número de propágulos en el suelo, aún en ausencia de una planta cultivada. Por otro lado, los incrementos en este parámetro, en las parcelas que se sembraron con brócoli (cultivo no micorrizable), podrían explicarse por la presencia de algunas arvenses en estas parcelas, lo cual tal vez propició un cierto incremento en el número de propágulos (304.7%), aunque menor comparado con el testigo (502.3 %), en el que unicamente crecieron arvenses.

Los resultados obtenidos indican que el efecto negativo de la RB, IB e IB+PN desapareció después de transplantar la cebolla (Tabla 1), cultivo altamente susceptible a la micorrización, ya que el número de propágulos micorrizicos nativos se incrementó después de su transplante, debido tal vez, a que por un lado el cultivo altamente susceptible favoreció el desarrollo de los HMN y por otro a que los compuestos biocidas liberados durante la descomposición de los residuos de brócoli habian desaparecido en este tiempo.

Con respecto a la capacidad infectiva de los propágulos se observó que ésta es estimulada por los tratamientos (Tabla 1), principalmente por la IB e IB+PN, infiriendose que la capacidad infectiva de los propágulos que sufrieron el efecto nocivo de la crucifera fue mayor que la de los propágulos que no estuvieron expuestos a los volátiles liberados durante la descomposición de los residuos de brócoli. Esto probablemente debido a una menor competencia y/o que en las esporas de HMI sometidas a estrés se promovió su germinación y por lo tanto incrementó su capacidad de colonizar las raíces. Esto mismo ocurrió en las plantas de cebolla que se encontraron en el campo durante todo el ciclo (Tabla 2), ya que de acuerdo con los resultados obtenidos en el momento de la cosecha, la colonización también fue mayor en las plantas que se encontraban en donde se rotó con brócoli, así como en donde se incorporaron sus residuos, lo que indica que la mayor capacidad para colonizar de las esporas sometidas a este tratamiento también perdura en el campo.

Los resultados obtenidos están en parte en concordancia con los obtenidos por Black y Tinker (1979), quienes encontraron que el número de esporas y la colonización en cultivos de cebolla se redujeron después de sembrar col; en nuestro estudio las poblaciones de propágulos en general también disminuyeron, pero la colonización se incrementó. En contraste Abbott y Robson, (1991) indican que la formación de micorriza disminuyó después de sembrar crucíferas. Por su parte Ocampo y Hayman (1981) mencionaron que la rotación de cultivos con plantas no hospedantes o con poca micorrización disminuye las poblaciones de HMVA y que la formación de MVA en plantas hospedantes después de haber sembrado plantas no hospedantes se incrementa, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Por otro lado, la incorporación de brócoli sola (IB) o en combinación con acolchado con plástico negro (IB+PN) tuvieron un efecto en la producción de bulbos de cebolla (Fig. 1 y Tabla 3). El incremento en la producción podría explicarse por: las modificaciones físicas, químicas y biológicas que ocurren en el suelo al incorporar los residuos de brócoli; al efecto de la solarización y acolchado con el plástico negro (microambiente más estable, mejor aprovechamiento del fertilizante y control de maleza, entre otros); y probablemente también a los incrementos en la colonización micorrizica, principalmente en los tratamientos citados. Es ampliamente reconocido que estos hongos proporcionan grandes beneficios a sus hospederas, por lo que no se descarta la posibilidad de que uno de los factores involucrados en el incremento en la producción sea la mayor colonización micorrizica, como lo han demostrado algunos investigadores (Afeq *et al.* 1991).

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la incorporación de los residuos de brócoli favoreció la micorrización de cebolla por los HMN.

LITERATURA CITADA

- Abbott, L.K., A.D. Robson. 1991. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Agr. Ecos. and Environ.* 35:121-150.
- Afeq, U., J.A. Menge, E.L.V. Johnson. 1991. Interaction among mycorrhizae, soil solarization, metaxyl and plants in the field. *Plant Dis.* 75:665-671.
- Black, R., P.B. Tinker. 1979. The development of endomycorrhizal root systems. II. Effect of agronomic factors and soil conditions on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in barley and on the endophyte spore density. *New Phytol.* 83:401-413.
- El-Atrach, F., H. Vierheilig, J.A. Ocampo. 1989. Influence of non-host plants on vesicular-arbuscular mycorrhizal infection of host plants and on spore germination. *Soil Biol. Biochem.* 21:161-163
- Glenn, G.M., 1983. Hyphal growth patterns of symbiotic fungi (Vesicular-arbuscular mycorrhiza) near host and non-host (Cruciferae:Brassica) host. Thesis Doctor in Biology. Tufts University.
- González-Chávez, M.C., R. Ferrera-Cerrato, R. García-Espinosa. 1990. VAM mycorrhizae in sustainable agroecosystems in the humid tropics of México. *Eighth North American conference on mycorrhizae.* Jackson, Wyoming, 5-8 September, 1990. Abstracts.
- Hayman, D.S., A.M. Johnson, I. Ruddlesdin. 1975. The influence of phosphate and crop species on *Endogone* spores and vesicular-arbuscular mycorrhiza under field conditions. *Plant and Soil* 43:489-495.
- Iqbal, S.H., K.S. Qureshi. 1976. The influence of mixed sowing (cereals and crucifers) and crop rotation on the development and subsequent growth of crops under field conditions. *Biologia (Pakistan)* 22:287-298.
- Katan, J. 1981. Solar heating (Solarization) of soil for control of soilborne pest. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19:211-236.
- Katan, J. 1987. Soil solarization. In: I. Chet (ed.). *Innovative approaches to plant disease control.* John Wiley & Sons. New York. pp.77-105.

- Katan, J., A. Greenberger, H. Alan, A. Grinstein. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology* 66:683-688.
- Katan, J., I. Rotem, Y. Finkel, J. Daniel. 1980. Solar heating of the soil for the control of pink root and other soil-borne diseases in onions. *Phytoparasitica* 8:39-50.
- Kormanik, P.P., W.C. Bryan, R.C. Schultz. 1980. Procedures and equipment for staining large numbers of plant root samples for endomycorrhizal assay. *Can. J. Microbiol.* 26:536-538.
- Lewis, J.A., G.C. Papavizas. 1970. Evolution of volatile sulfur containing compounds from decomposition of crucifers in soil. *Soil Biol. Biochem.* 2:239-246.
- Lewis, J.A., G.C. Papavizas. 1971. Effect of sulfur containing volatile compounds and vapors from cabbage decomposition on *Aphanomyces eutiches* *Phytopathology* 61:208-214.
- Ocampo, J.A., D.S. Hayman. 1981. Influence of plant interactions on vesicular-arbuscular mycorrhizal infections. II. Crop rotations and residual effects of non-host plants. *New Phytol.* 87:333-343.
- Ocampo, J.A., J. Martin, D.S. Hayman. 1980. Influence of plant interactions on vesicular-arbuscular mycorrhizal infections. I. Host and non-host plants growth together. *New Phytol.* 84:27-35.
- Reid, C.P.P. 1990. Mycorrhizas. In: J.M. Lynch (ed.) *The Rhizosphere*, John Wiley & Sons. England, pp 281-316
- Sieverding, E., 1991. *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management*. Technical cooperation. Germany.
- Stapelton, J.J., J.E. DeVay. 1982. Effect of soil solarization on populations of selected soilborne microorganisms and growth of deciduous fruit tree seedlings. *Phytopathology* 72:323-326.
- St. John, T.V., D.C. Coleman. 1983. The role of mycorrhizae in plant ecology. *Can. J. Bot.* 61:1005-1014.
- Stribley, D.P., 1990. Mycorrhizal associations and their significance. In: H.D. Ravibnovich and J.L. Brewster (eds.). *Onions and allied crops Vol. II. Agronomy, biotic interactions, pathology and crop protection*. CRC Press. Boca Ratón Florida, pp. 85-101.
- Villar, L.A.C., E. Zavaleta-Mejía, R. García-Espinosa. 1990. Efecto de la incorporación de residuos de crucíferas (Brassicaceae) sobre fitopatógenos del suelo. II. Efecto de la incorporación de col y brócoli sobre la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.) de la cebolla, bajo condiciones de invernadero. *Rev. Mexicana de Fitopatología* 8:160-165.
- Vivekanandan, M., P.E. Fixen. 1991. Cropping systems effects on mycorrhizal colonization, early growth and phosphorus uptake of corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:136-140.
- Zavaleta-Mejía, E. 1990. *Allium* crops and *Allium* white rot in Mexico. In: A.R. Entwistle, P. Mattusch (eds.). *Proceedings of the Fourth International Workshop on Allium white rot*. 5-7 June 1990. Neustadt-Mussbach, Federal Republic of Germany, pp.52-56
- Zavaleta-Mejía, E., R.I. Rojas, L.M. Zavaleta M., 1989. Efecto de la incorporación de col sobre la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.) de la cebolla (*Allium cepae* L.) bajo condiciones de campo. *XVII Congreso Nacional de Fitopatología*. Montecillo, México. Memorias p. 123.
- Zavaleta-Mejía, E., R.I. Rojas M., A.C. Villar L. 1991. Efecto de la incorporación de residuos de crucíferas (Brassicaceae) sobre fitopatógenos del suelo. III. Efecto de los compuestos volátiles emanados de residuos de crucíferas sobre la germinación de esclerocios de *Sclerotium cepivorum* Berk. *Rev. Mexicana Fitopatología* 9: 105-110.

TABLA 1. Efecto de la siembra de brócoli (RB) e incorporación de sus residuos (IB) sola o en combinación con acolchado con plástico negro (IB+PN) en el número de propágulos micorrízicos indígenas y colonización de raíces de cebolla por éstos.

| TRATAMIENTO | M U E S T R E O S | | | | |
|-------------|--------------------|-------------------|----------|---------|--------|
| | PI | CIB ^{x)} | TC | 2.5MDTC | CC |
| TESTIGO | 83.0 ^{y)} | 416.9 a | 404.8 a | 168.4 a | 45.2 a |
| | 70.4 ^{z)} | 69.3 A | 56.8 B | 73.0 AB | 67.6 A |
| RB | | 252.9 b | 211.3 ab | 182.7 a | 94.2 a |
| | | 64.6 A | 68.9 AB | 82.6 A | 58.1 A |
| IB | | | 92.0 b | 212.0 a | 74.2 a |
| | | | 78.3 A | 67.4 AB | 68.1 A |
| IB + PN | | | 90.0 b | 115.1 a | 48.5 a |
| | | | 72.2 AB | 60.5 B | 64.3 A |

^{x)} Las parcelas del tratamiento testigo no fueron sembradas con brócoli; ^{y)} NMP de propágulos micorrízicos viables en 100 g de suelo (cada cifra representa el promedio de tres repeticiones); ^{z)} Colonización (cada cifra representa el promedio de cinco repeticiones).

PI = Población inicial (antes de iniciar el experimento); CIB = Cosecha e incorporación de brócoli; TC = Transplante de cebolla; 2.5MDTC = 2.5 meses después del transplante de cebolla; CC = Cosecha de cebolla. Cifras con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes (Tukey $\alpha=0.05$).

TABLA 2. Efecto de la siembra de brócoli (RB) e incorporación de sus residuos sola (IB) o en combinación con acolchado con plástico negro (IB+PN) en el porcentaje de colonización en raíces de cebolla evaluada a la cosecha del cultivo.

| TRATAMIENTOS | % DE COLONIZACION |
|--------------|-------------------|
| TESTIGO | 18.39 ± 6.59 B |
| RB | 30.22 ± 9.94 AB |
| IB | 34.28 ± 4.77 A |
| IB+PN | 32.62 ± 8.36 A |

Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $\alpha=0.05$).

TABLA 3. Efecto de la rotación con brócoli (RB), incorporación de sus residuos (IB) e IB más acolchado con plástico negro (IB+PN) en la producción de bulbos de cebolla.

| TRATAMIENTOS | PRODUCCION (kg) |
|--------------|-----------------|
| TESTIGO | 3.605 |
| RB | 3.521 |
| IB | 6.208 |
| IB+PN | 14.559 |

Tratamientos con la misma letra no difieren significativamente (Tukey $\alpha=0.05$)

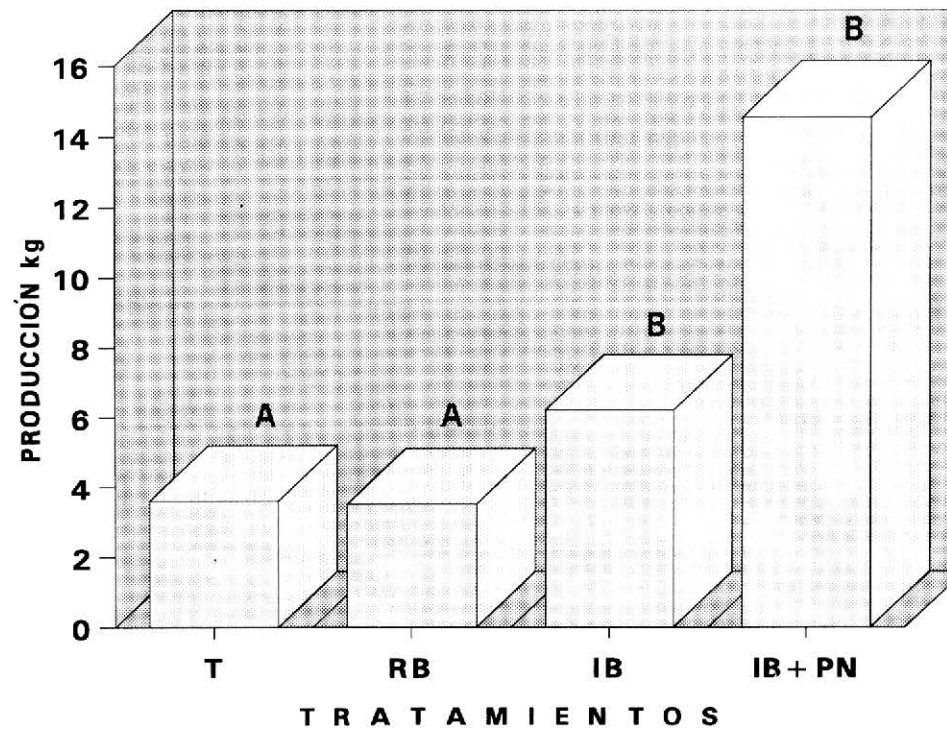


Fig. 1. Efecto de la rotación con brócoli (RB), incorporación de sus residuos (IB) e IB más plástico negro (IB+PN) en la producción de bulbos sanos de cebolla. Columnas con la misma letra no difieren significativamente (Tukey $\alpha=0.05$).