

EFECTO DE HONGOS MICORRIZOGENOS EN TOMATE Lycopersicon esculentum Miller

Marina Sánchez de Prager*

COMPENDIO

En condiciones de invernadero, en dos suelos del Departamento del Cauca (Colombia), previamente pasteurizados, con contenidos de P de 3.0 y 9.0 ppm y pH de 4.8 y 6.2 respectivamente, sujetos a fertilización con 0, 30 y 60 kg de P/ha, se probaron 11 cepas de hongos micorrizógenos provenientes de diferentes regiones del país y con la flora nativa de cada suelo. Las plantas se cosecharon a los 52 días de trasplante y se les determinó altura, materia seca, análisis foliar de N, P, K, Ca, Mg y B, infección por hongos micorrizógenos y sanidad del cultivo.

Las mayores diferencias en este ensayo se debieron al tipo de suelo y sus condiciones nutricionales. La materia seca y altura de las plantas aumentaron en ambos suelos, al incrementarse la fertilización, los mejores resultados en desarrollo vegetativo y reproductivo ocurrieron con 60 kg de P/ha. En materia seca, altura y absorción de N, P, K, Ca, y B, hubo diferencias altamente significativas entre cepas introducidas y flora nativa. Las cepas variaron en su comportamiento en los 2 suelos, lo cual corrobora la alta influencia de este factor en la efectividad de la simbiosis.

ABSTRACT

MYCORRHIZAL FUNGI IN TOMATO PLANTLESS Lycopersicon esculentum Miller

Two soils from Cauca Department (Colombia) were pasteurized; soil analysis showed that they contained 3.0 and 9.0 ppm P, pH 4.8 and 6.2, respectively. They were fertilized with 0, 30 and 60 kg P/ha. Tomato plantlets var. Chonto Santa Cruz were inoculated with 11 VAM isolates of the CIAT VAM fungal germplasm and one VAM native fungi. Plantlets were grown in pots. Fifty two days after plants were harvested and height, dry matter, tissue analysis for N, P, K, Ca, Mg and B was performed, fungus infection and health were determined.

The statistical analysis showed that the major differences in this bioassay were due to a type of soils and their nutritional conditions. Plant dry matter and height increased with the increased levels of fertilizer. Best grow results were obtained with 60 kg P/ha. Dry matter, height and nutrient uptake (N, P, K, Ca and B) were significantly different between introduced VAM and the native fungi. VAM fungi isolates had different behavior in each soil. This confirmed the soil influence in the symbiosis effectiveness.

INTRODUCCION

Entre las hortalizas que se cultivan en Colombia, el tomate, Lycopersicon esculentum Miller, ocupa lugar muy importante por su consumo directo como producto fresco y constituir la base de industrias de enlatados. Es un cultivo ampliamente estudiado en nuestro medio y a nivel mundial. Es exigente en fertilización, sobre todo P y K, requiere del control de plagas y enfermedades como prácticas obligatorias si se desea obtener buenos rendimientos (Black,

1975; Uexkull, 1978; Caicedo, 1993).

En América Latina, uno de los factores más limitantes para la agricultura es precisamente la deficiencia de P. Esto hace que la micorriza cobre gran importancia al tornar a las raíces de las plantas más eficientes en la absorción de nutrimentos, especialmente P (Sánchez, 1994).

* Profesora Asociada. Universidad Nacional, Sede Palmira. A.A. 237.

Las investigaciones sobre micorriza en tomate han girado principalmente en torno a la influencia de la simbiosis en la nutrición de las plantas en diferentes tipos de suelo y a las interacciones micorriza-patógenos. Con relación al primer aspecto, en un suelo de Ibadan (Nigeria), con 5.1 ppm de P, 0.68 % de N y un pH de 7.4, el crecimiento de plantas micorrizadas fue más vigoroso y mayor el contenido de P. En otro estudio, se utilizaron hongos micorrizógenos aislados de 22 especies de plantas, creciendo en suelos de California y Nevada, para inocular y evaluar plantas de tomate sembradas en suelos salinos artificiales. Seis de ellos, mejoraron el crecimiento del tomate en comparación con un control no micorrizado en un suelo no salino; la especie Glomus fasciculatum produjo la mejor respuesta (Sanni, 1983 y Pond, et al, 1984). También se ha trabajado con tomate en pruebas para seleccionar plantas hospederas de hongos micorrizógenos que se puedan utilizar en sistemas de producción de inóculos a nivel comercial (Warner, Mosse y Dingemann, 1985).

Con referencia a las interacciones micorriza-patógenos, se ha encontrado que al inocular hongos micorrizógenos y Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici, la dispersión del patógeno se redujo y las plantas de tomate sufrieron menos daño. Los efectos benéficos de la inoculación disminuyeron en la medida que se incrementó la concentración del patógeno. La presencia de la simbiosis influye sobre el metabolismo del fenol, mejora la deposición de la lignina en las paredes de las células de la endodermis y la estela; este cambio, incrementa la resistencia de las plantas micorrizadas a Fusarium. La misma interacción se ha estudiado por otros investigadores quienes recomiendan eliminar en este tipo de ensayos, los efectos que puedan ejercer diferentes condiciones de suelo (Dehne y Schönbeck, 1979; Caron et al, 1985).

En plantas micorrizadas disminuye la infección ocasionada por Pseudomonas solanacearum y se incrementa el rendimiento y crecimiento del tomate; por otra parte, la tolerancia de las plantas al ataque de Erwinia carotovora cv carotovora es mayor cuando se pre-infectan las plántulas con Glomus mosseae, en comparación

con aquellas inoculadas simultáneamente con ambos. G. mosseae reduce la población de la bacteria independiente del intervalo en la inoculación con ambos microorganismos (Halos y Zorrilla, 1979; García y Ocampo, 1988).

Cuando está presente la micorriza hay reducción en el número y tamaño de agallas causadas por M. incognita y M. javanica. Se ha encontrado hasta un 75% menos de larvas dentro de plantas adultas micorrizadas (Schenck y K., 1978; Bagyaraj et al, 1979 y Dehne, 1982).

La presencia de la micorriza favorece el ataque del virus del mosaico del tabaco (TMV) debido al aumento en los niveles de P. Un efecto similar se presenta cuando plantas no micorrizadas se fertilizan con fosfatos solubles. La fertilización tanto con este elemento como con nitrógeno y potasio aumenta la multiplicación de partículas virales en las células vegetales (Black, 1975; Schönbeck y Spengler, 1979).

En síntesis, las investigaciones efectuadas en tomate con respecto a micorriza, señalan dos ventajas: por una parte, la asociación ayuda a las plantas a adaptarse a condiciones ambientales limitantes, particularmente de suelo, haciéndolas más eficientes en la captación de fósforo, uno de los nutrimentos que requiere en mayores proporciones. Por otro lado, las plantas micorrizadas son capaces de resistir la presencia de patógenos como Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici, Pseudomonas solanacearum y de Meloidogyne incognita, microorganismos que causan algunas de la más severas enfermedades que se registran en tomate. Lo anterior, sugiere que el uso de este recurso microbiológico puede traducirse en plantas más sanas y mejor nutridas con un uso más eficiente, racional y económico de fertilizantes y agroquímicos.

Es por ello que en el presente trabajo se plantearon como objetivos:

- Evaluar el efecto de algunas cepas de hongos micorrizógenos en Lycopersicon esculentum Miller en diferentes suelos y condiciones de fertilización con fósforo.

- Observar cambios en el desarrollo del cultivo.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El ensayo se llevó a cabo en el invernadero de Suelos de la Universidad Nacional de Colombia, Palmira. Se escogió la variedad de tomate Chonto Santacruz por su amplio uso a nivel comercial. Se sembraron semillas de esta variedad en semilleros de eternit con arena esterilizada en autoclave. Quince (15) días después de la emergencia se procedió al transplante.

Para la siembra se utilizaron dos suelos del Municipio de Santander de Quilichao (Dpto del Cauca): el suelo "San Julián" es característico de la zona y en él no se han efectuado prácticas de manejo; el suelo "La Arrobleda", es un suelo mejorado a través de prácticas como encalado y fertilización. La caracterización de los suelos

en estudio mostró que el suelo "San Julián" tuvo 6.5% de materia orgánica y bajo P y pH (3.0 ppm y 4.8 respectivamente), al igual que bases intercambiables (1.4, 0.6 y 1.6 meq/100 de suelo de Ca, Mg y Al, respectivamente). Su densidad aparente fue de 1.33 g/cm³ y su textura franco-arcillosa. El suelo "La Arrobleda" tuvo 3.8% de materia orgánica, 9.0 ppm de P y pH de 6.2. El resto de nutrientes tuvieron niveles adecuados (12.9, 6.6 y 0.29 meq/100 g de suelo de Ca, Mg y K respectivamente); su densidad aparente de 1.51 g/cm³ (método del bórax benceno - González, 1985) y su textura franco-arcillosa.

La selección de las cepas se hizo teniendo en cuenta que se hubieran aislado a partir de suelos con condiciones similares a las de aquellos a utilizar, y en algunos casos contrastantes; se especifican en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Cepas de hongos micorrizógenos seleccionadas para el ensayo.

No.	Especie	Lugar de origen	Procedencia
1.	<u>Acaulospora longula</u>	Popayán, suelo ácido	Suministradas por
2.	<u>Glomus intra-radices</u>	Bogotá, pH 5.8	CIAT Proyecto Mico-
3.	<u>Glomus manihot</u>	Quilichao-suelo ácido y básico	rriza (cultivos puros)
4.	<u>A. appendicula</u>	Mondomo-suelo ácido	
5.	<u>Entrophospora colombiana</u>	Popayán-suelo ácido	
6.	<u>Gigaspora margarita</u>	Suelo ácido y básico	
7.	<u>Glomus occultum</u>	Mondomo suelo ácido	
8.	<u>Glomus mosseae</u>	Bogotá, pH 6.6	
9.	<u>A. scrobiculata</u>	Mondomo-suelo ácido	
10.	<u>A. spinosa</u>	Bogotá, pH 6.2	
11.	<u>A. spinosa</u>	Mondomo suelo ácido	
12.	Nativa	Santander de Quilichao suelo ácido	

ACTA AGRONOMICA

Los tratamientos fueron :

- 2 suelos x 12 cepas x 3 niveles de P (0, 30, 60 kg/ha) x 4 repeticiones por tratamiento.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar. Los niveles de P se determinaron tratando de tomar condiciones intermedias de la fertilización común en la zona de Santander de Quilichao, la cual alcanza hasta 100 kgP/ha y a veces más.

Los suelos en estudio se trataron con vapor y con ellos se llenaron bolsas de polietileno de 1 kg. Se ahoyó a aproximadamente 5 cm de profundidad y se depositaron 10 g del inóculo. Cada inóculo estaba constituido por una mezcla de suelo + raíces + esporas del hongo micorrizogeno respectivo. Sobre los inóculos se trasplantaron las plántulas de tomate. Inmediatamente se regó y fertilizó con 100 kg/ha de N y K, 25 kg/ha de Mg, 5 kg/ha de Zn y 1 kg/ha de B. Se utilizaron fuentes solubles debido al corto período del ensayo. Como fuente de P se utilizó superfosfato triple.

Transcurridos 52 días se cortaron las plantas a la altura del cuello, se determinó materia seca, altura de plantas, desarrollo reproductivo y grado de infección de raíces por MVA, siguiendo el método descrito por Sieverding (1983), para evaluar cualitativamente el grado de infección. Se hizo análisis de tejidos de la parte aérea para N total (Kjeldahl), P total (determinado por espectrofotometría después de una digestión con una mezcla de ácidos nítrico y perclórico, relación 2:1); K, Ca y Mg (determinados en la misma digestión por absorción atómica), y B (colorimetría).

Se efectuó análisis gráfico y de varianza para las diferentes variables al igual que la prueba de rango múltiple de Duncan. Para los dos suelos, se hicieron diagramas de dispersión de absorción de nutrimentos: N, P, K, Ca, Mg y B (eje X) y materia seca (eje Y) para las diferentes cepas de hongos MVA, con traslación de ejes a promedios de absorción de nutrimentos y materia seca

y se clasificaron en las siguientes categorías:

M. seca	II	I
	III	IV

- Cuadrante I: Alta absorción, alta materia seca
- Cuadrante II: Baja absorción, alta materia seca
- Cuadrante III: Baja absorción, baja materia seca
- Cuadrante IV: Alta absorción, baja materia seca

El análisis de la ubicación de los tratamientos en los cuadrantes permitió evaluar el comportamiento de las cepas en "La Arrobleda" y "San Julián" con respecto a estas 2 variables.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de variables

El análisis de varianza señaló que las fuentes de variación del modelo utilizado y sus interacciones fueron altamente significativas al nivel del 1%.

La caracterización de los suelos mostró diferencias nutricionales marcadas entre ellos; y precisamente como se aprecia en el análisis de los resultados, fue la fuente de variación más importante dentro del ensayo.

Altura y desarrollo de las plantas

Las mejores características químicas del suelo "La Arrobleda", se reflejan en promedios de materia seca y de altura de las plantas siete y tres veces mayores, respectivamente, que en "San Julián" (Cuadro 2).

Con respecto a inóculos, en la mayoría de las cepas se observaron diferencias significativas en materia seca y altura, comparadas con las plantas con flora nativa. Las plantas inoculadas con Gi. margarita difirieron significativamente en materia seca de aquellas micorrizadas con A. longula, G. manihot y cepas nativas, mas no del

resto. En cuanto a altura, los mejores resultados se obtuvieron con G. manihot, E. colombiana, Gi. margarita, G. mosseae y G. occultum. Estas observaciones para los suelos en general, se conservan básicamente cuando se analizan individualmente.

Tanto en materia seca como en altura de plantas, se encontraron diferencias altamente significativas que fueron introducidas por el nivel de fertilización con P, correspondiendo los mejores resultados del ensayo a 60 kg de P/ha (Cuadro 2). Esta influencia no sólo se refleja en las variables mencionadas, sino también en el grado de desarrollo del cultivo.

En el nivel de 0 kg de P/ha, el 50% de las plantas de "La Arrobleda", al momento de ser cosechadas estaban iniciando la formación de botones y sólo un 13.5% se hallaba en floración. A este nivel de P, en "San Julián", el 100% de las plantas se encontraba en desarrollo vegetativo. Al adicionar 30 kg de P/ha, el 50% de las plantas en el primer suelo estaban en plena floración y un 13.5% iniciaba fructificación; en "San Julián" persistía la situación de crecimiento vegetativo. A 60 kg de P/ha, el 67.3% de las plantas del primer suelo se encontraba en floración y en el segundo, esta cantidad de P ocasionaba la formación de botones (21.2%) y el inicio de floración (3.8%).

La fertilidad del suelo tuvo un efecto marcado en "La Arrobleda", en el cual todas las cepas introducidas arrojaron promedios mayores de materia seca y altura en comparación con la flora nativa (Figura 1), en "San Julián" las cepas A. spinosa, A. scrobiculata y A. longula tuvieron efecto negativo en la altura y materia seca de las plantas.

El estudio de la interacción suelo x nivel de P mostró que en "La Arrobleda" sus condiciones químicas aunadas a la fertilización con 30 kg de P/ha, con escasas excepciones, se alcanzaron la máxima altura y producción de materia seca (Figura 2); sin embargo, mayor precocidad en la floración y fructificación del cultivo, se obser-

varon con 60 kg de P/ha, lo cual demostró la influencia del P en el estado reproductivo del cultivo. En "San Julián", esta dosis no fue suficiente para que el cultivo tuviera aceptable desarrollo vegetativo y reproductivo. Esto señala que no es rentable establecer un cultivo de tomate en un suelo de esta naturaleza, por lo menos en lo que respecta a la variedad Chonto Santa Cruz; por lo tanto sería conveniente examinar otras alternativas agrícolas como por ejemplo, el cultivo de la yuca que ha mostrado más adaptabilidad, mejores rendimientos en suelos pobres y se ha establecido su dependencia por la asociación con micorrizas para la absorción de P en suelos con bajos niveles de este elemento (Howeler y Sieverding, 1982).

El análisis de la interacción inóculo-nivel de P-suelo mostró que hasta los 52 días de edad del cultivo no hubo diferencias significativas en la materia seca de las plantas de tomate variedad Chonto Santa Cruz, inoculadas o con flora nativa; la diferencia más apreciable se introdujo con los niveles de P y suelos utilizados, acentuados en el caso de "San Julián". En la variable altura de plantas, por el contrario, la tendencia, tanto general como en cada suelo, fue que hubo diferencias significativas entre inocular y no hacerlo (Figura 2). El hecho de que la diferencia en altura no se refleje en mayor cantidad de materia seca, indica que las plantas están absorbiendo más agua, lo que significa, según Boyer, citado por Verasan (1978), que hay mayor alargamiento celular debido a la turgencia. La mayor absorción de agua es una de las ventajas que en reiteradas ocasiones se ha señalado como uno de los beneficios de inocular con hongos micorrizógenos (Borie y Barea, 1981).

Absorción de nutrimentos

En general, la inoculación influyó significativamente en la absorción de N, P y K por las plantas, con algunas de las cepas utilizadas (Cuadro 3); con relación al Ca y B, la cepa nativa exhibió un comportamiento inferior en comparación con algunas de las introducidas.

CUADRO 2. Producción de materia seca y altura de las plantas de tomate a los 52 días de trasplante. Promedios generales por fuente de variación.

No.	1. Inóculo Especie micorrizógona	2. Nivel de P			3. Suelo	cm/pl	g/pl	cm/pl	
		kg/ha	g/pl	cm/pl					
6	<u>G. margarita</u>	4.26 a	47.76 a	60	4.81 a	51.62 a	La Arrobleda	7.13 a	66.82 a
4	<u>A. appendicula</u>	4.20 ab	46.02 ab	30	4.07 b	45.89 b			
5	<u>E. colombiana</u>	4.20 ab	48.34 a	0	3.13 c	35.62c	San Julián	0.87 b	21.94 b
11	<u>A. spinosa</u>	4.16 ab	43.15 b						
8	<u>G. mosseae</u>	4.12 ab	47.34 a						
2	<u>G. intra-radices</u>	4.11 ab	45.83 ab						
7	<u>G. occultum</u>	4.11 ab	47.34 a						
10	<u>A. spinosa</u>	4.00 ab	39.84 c						
9	<u>A. scrobiculata</u>	3.83 abc	40.33 c						
1	<u>A. longula</u>	3.77 bc	43.40 b						
3	<u>G. manihot</u>	3.71 bc	48.82 a						
12	Nativa	3.48 c	40.21 c						

Los promedios seguidos de una misma letra no son diferentes significativamente

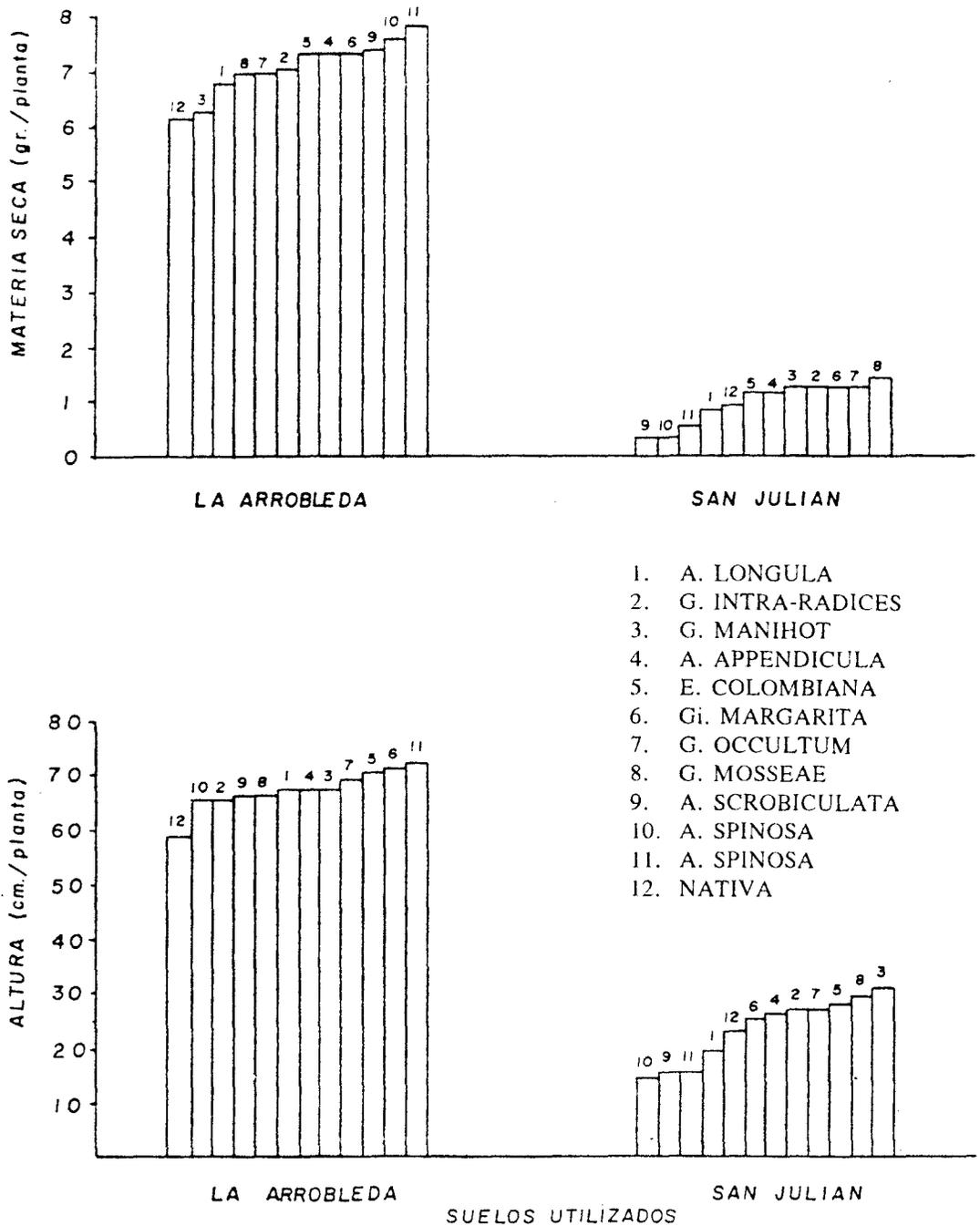


FIGURA 1. Producción de materia seca (g/planta) y altura (cm/planta) en la interacción inóculo por suelo

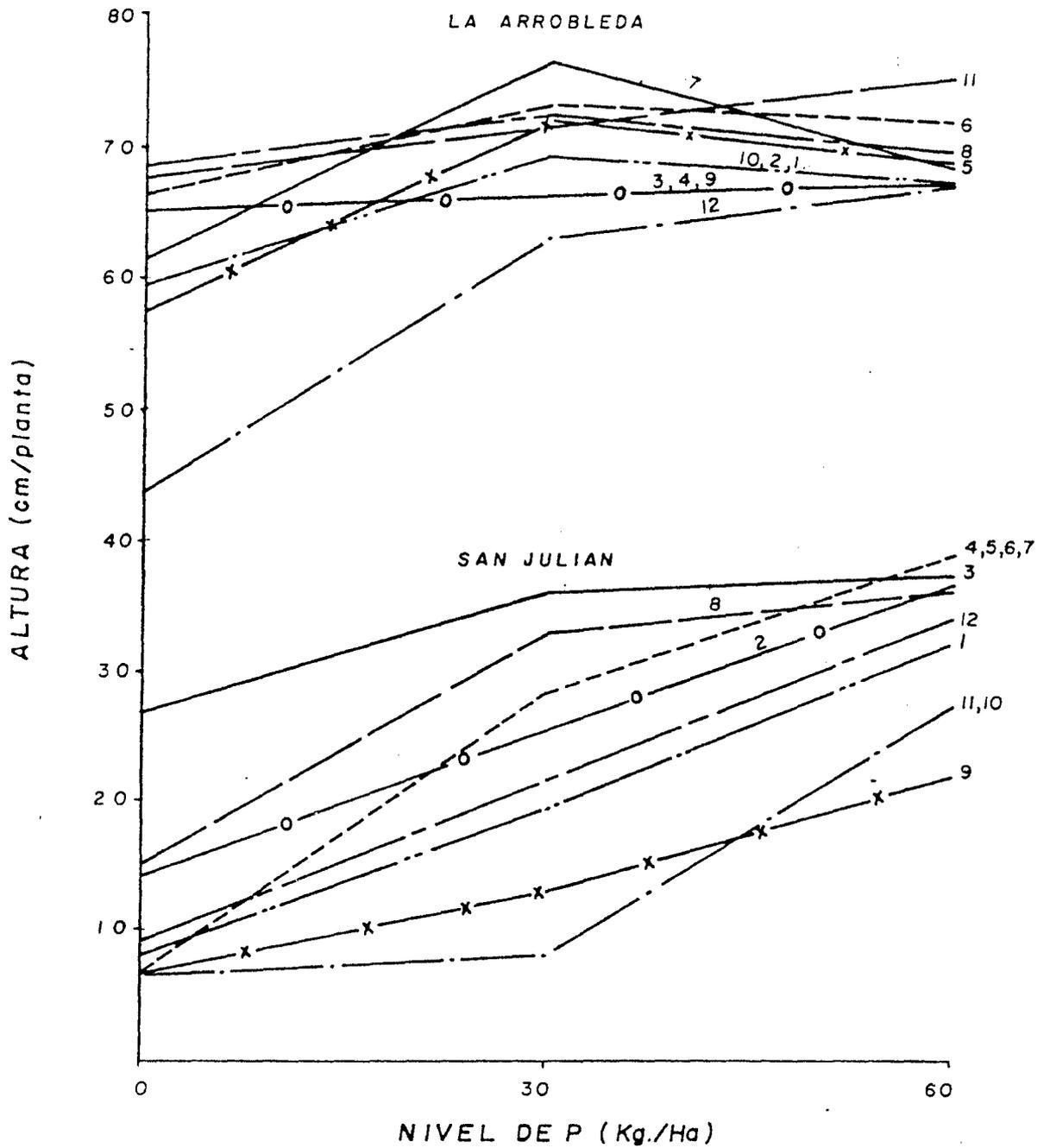


FIGURA 2. Interacciones inóculo-nivel de P-suelo en relación con la altura de las plantas de tomate a los 52 días de transplante.

∞ CUADRO 3. Promedio general de absorción de N, P, K, Ca, Mg y B por las plantas en relación con las cepas introducidas.

MVA	N mg/pl	P mg/pl	K mg/pl	Ca mg/pl	Mg mg/pl	B µg/pl
<u>G. intra-radices</u>	125.4 a	15.6 b	207.6 abc	101.7 ab	33.8 a	3673.8 a
<u>G. mosseae</u>	124.9 a	16.1 b	207.8 abc	92.8 abcd	32.0 a	3753.1 a
<u>E. colombiana</u>	124.1 a	15.8 b	212.7 abc	99.4 abc	32.8 a	3390.1 abc
<u>Gi. margarita</u>	120.4 ab	14.3 bc	212.8 abc	89.0 bcde	32.9 a	2989.7 cde
<u>A. appendicula</u>	120.2 ab	15.9 b	232.2 a	92.9 abcd	33.1 a	3190.3 bcd
<u>A. spinosa 11</u>	118.5 ab	15.4 b	194.2 bc	92.4 abcd	32.7 a	3563.4 ab
<u>G. manihot</u>	114.7 abcd	14.9 bc	211.7 abc	79.3 e	30.2 a	2908.1 de
<u>G. oecultum</u>	110.4 abcd	14.3 bc	218.9 ab	84.3 de	33.5 a	2655.0 e
<u>A. longula</u>	106.6 bcd	14.6 bc	204.6 bc	90.0 abcde	32.1 a	3497.4 ab
Nativa	101.9 cd	13.5 c	136.4 c	90.6 abcde	30.7 a	3183.8 bcd
<u>A. spinosa 10</u>	100.7 d	18.2 a	213.5 abc	91.4 abcde	30.9 a	3395.2 abc
<u>A. scrobiculata</u>	99.7 d	15.4 b	198.9 bc	88.5 cde	30.9 a	32.13.5 bcd

Los promedios seguidos de una misma letra no son significativamente diferentes.

ACTA AGRONOMICA

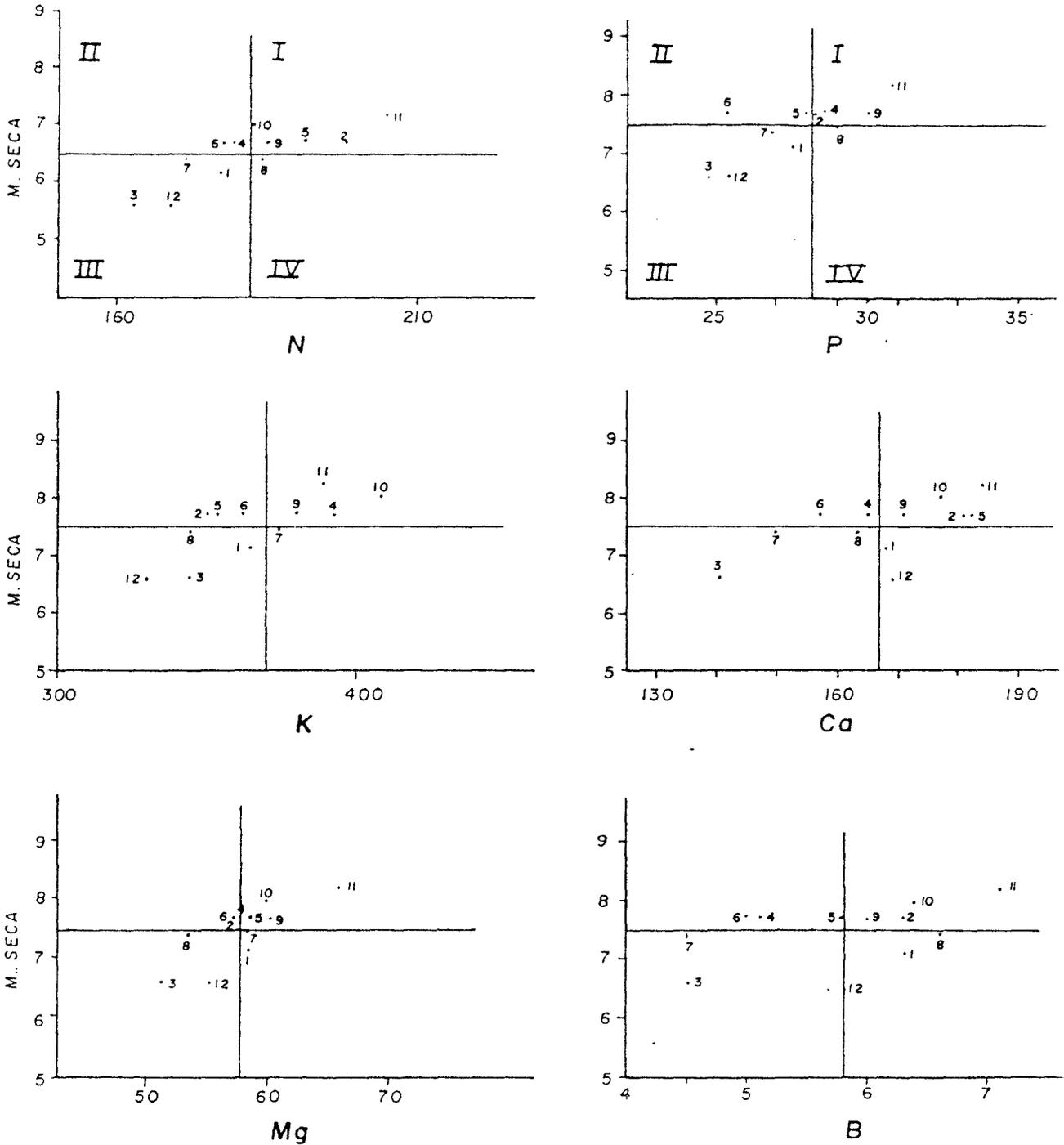


FIGURA 3. Suelo "La Arrobleda". Diagrama de dispersión de la absorción de: N, P, K, Ca, Mg (mg/planta) B ($\mu\text{g/planta}$) y materia seca (g/planta) en las plántulas de tomate.

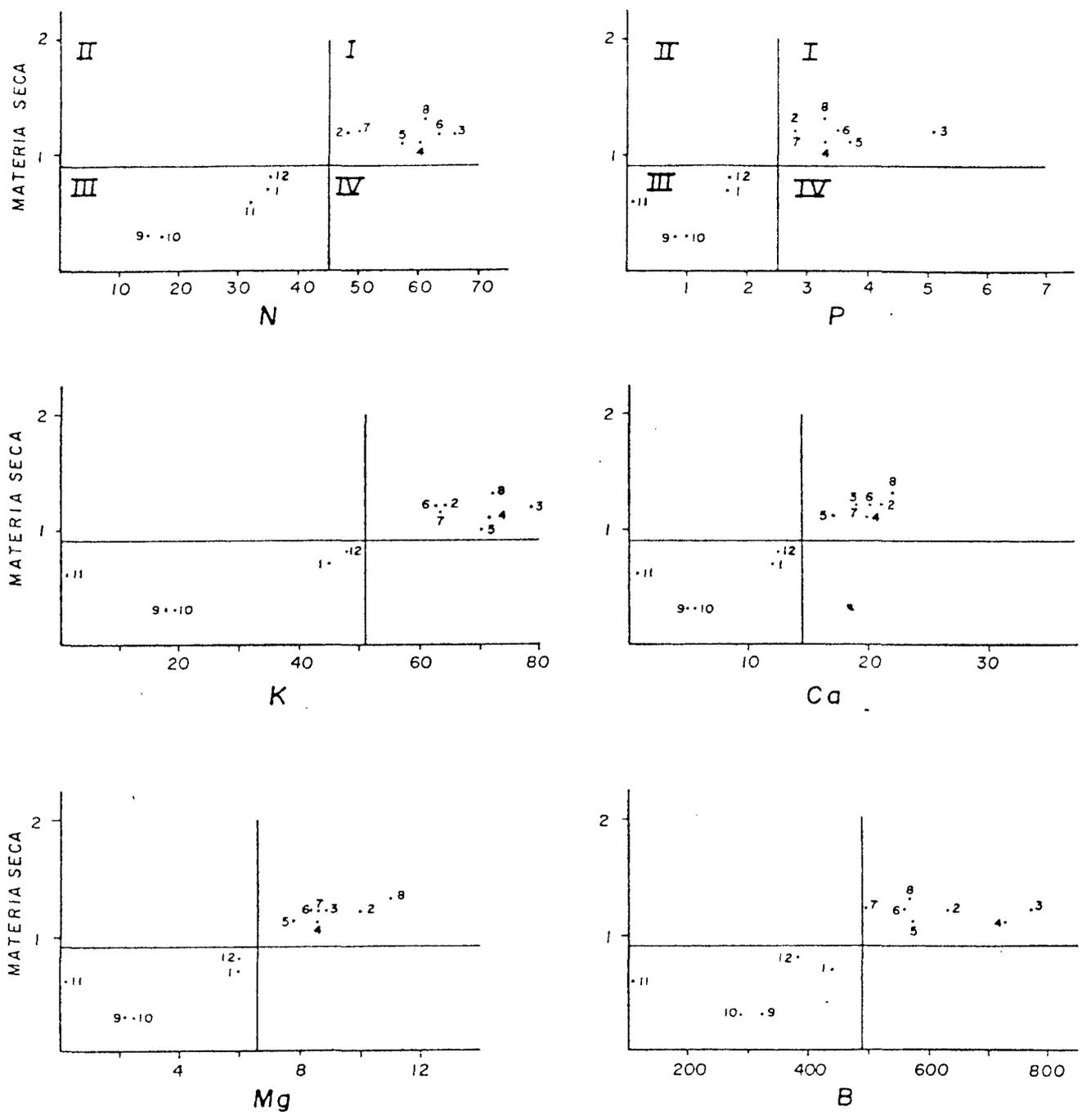


FIGURA 4. Suelo "San Julián". Diagrama de dispersión de la absorción de: N, P, K, Ca, Mg (mg/planta) B (μ /planta) y materia seca (g/planta) en las plántulas de tomate.

En la absorción de Mg no hubo diferencias significativas entre las plantas inoculadas y con flora nativa.

En los suelos considerados individualmente, en "La Arrobleda" hubo diferencias significativas en la absorción de N, P y K en las plantas inoculadas con varias de las cepas en comparación con aquellas donde solo actuó la flora nativa, (Figura 3). Entre las de mejor comportamiento en la extracción de estos nutrimentos estuvo A. spinosa (cepas 10 y 11), al igual que de la absorción de Ca y B. Aunque en el caso del Mg, no se detectaron diferencias significativas, en este suelo hubo un ligero aumento con respecto a la cepa nativa y diferencias altamente significativas en el caso de A. spinosa. A. spinosa - cepas 10 y 11, provinieron de sitios contrastantes como Bogotá y Mondomo respectivamente.

En "San Julián" (Figura 4) la absorción de N, P y K fue significativamente mayor con G. manihot procedente de Santander de Quilichao, G. mosseae (Bogotá pH 6), A. appendicula (Mondomo), E. colombiana (Popayán, suelo ácido) y G. intra-radices (Bogotá, pH 5.8); aunque los promedios de absorción fueron notoriamente inferiores a los encontrados en "La Arrobleda". Llama la atención G. mosseae ya que esta especie se encuentra preferiblemente en suelos de pH 6 a 8 (Sánchez, 1990) y en este trabajo se la encontró siendo efectiva en un suelo ácido como "San Julián" con pH 4.8. Los resultados observados corroboran la influencia del suelo y sus condiciones en la efectividad de la simbiosis con diferentes hongos micorrizógenos (Howeler, 1983).

Infección por MVA

En todos los tratamientos en donde se inoculó, se encontró que las raíces de las plantas fueron infectadas por los hongos micorrizógenos. No fue posible llevar a cabo la cuantificación de la infección, un cambio introducido en la tinción, al reemplazar el tripano azul por lactofenol con azul de algodón, ocasionó que no se presentará

buen contraste entre el endófito y los tejidos de la raíz e hizo difícil que se pudiera proceder con plena seguridad a su cuantificación, por lo cual se decidió solamente observar si había o no infección por MVA.

Durante los 52 días del ensayo no se presentó ataque de plagas ni enfermedades.

BIBLIOGRAFIA

- BAGYARAJ, D.J.; MANJUNATH, A. and REDDY, D.D. Interaction of vesicular-arbuscular mycorrhiza with root knot nematodes in tomato. En: Plant and Soil. Vol. 51, No. 3; p. 397-403. 1979. En: SAIF, S.R. Bibliography on vesicular-arbuscular micorrizae (1970-1982). Palmira : CIAT, 1983. p. 102.
- BLACK, C.A. Relaciones suelo-planta. Buenos Aires : Hemisferio Sur, 1975. t.2 p. 574, 689-706, 828.
- BORIE, F. y BAREA, J.M. Ciclo del P : Formas del elemento en los suelos y su disponibilidad para plantas y microorganismos. En: Anales de Edafología y Agrobiología. Vol. 40, No. 11/12 (1981); p. 2353-2362.
- CAICEDO, L.A. Horticultura. 6 ed. Palmira : Universidad Nacional de Colombia, 1993. p. 156-194.
- CARON, M.; FORTIN, J.A. and RICHARD, C. Influence of substrate on the Glomus-Fusarium interaction on tomatoes. En: North American conference of micorrizae. (6a. : 1984 Bend. Oregon). Proceedings. Oregon : Randy Molina, 1985. p 285.
- DEHNE, H.W. and SCHONBECK, F. The influence of endotrophic mycorrhiza on plant diseases. I. Colonisation of tomato plants by Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici En: Phytopath Z. Vol. 95 (1979). p. 105-110.
- _____. The influence of endotrophic mycorrhiza on plant diseases II : Phenol-metabolism and lignification. En: Phytopath. Z. Vol. 95 (1979); p. 210.
- _____. Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. En: Phytopath. (1982). 72; p. 1013-1026.
- GARCIA-GARRIDO, J.M. and OCAMPO, J.A. Influence of VA mycorrhiza on resistance of tomato to Erwinia carotovora. p. 39. En: European symposium on micorrizae. (2 : 1988). Prague (Zechoslovakia). Abstracts.

- GONZALEZ M., A.E. Curso sobre física de suelos. Notas de laboratorio. Palmira : Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1985. sp.
- HALOS, P.M. and ZORRILLA, R.A. Vesicular-arbuscular mycorrhizae increase growth and yield of tomatoes and reduce infection by Pseudomonas solanacearum. En: Philippine Agriculturist. Vol. 62, No. 4(1979); p. 309-315. En: SAIF, S.R. Bibliography on vesicular-arbuscularmycorrhizae(1970-1982). Palmira : CIAT, 1983. p. 103.
- HOWELER, R.H. y SIEVERDING, E. La importancia de las micorrizas en la absorción de fósforo por la yuca. En: Suelos Ecuatoriales. Vol. 12, No. 2 (jun. 1982); p. 182-195.
- POND, E.C.; MENGE, J.A. and JARELL, W.M. Improved growth of tomatoes in salinized soil by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi collected from saline soil. En: Mycology. Vol. 76, No. 1 (1984); p. 74-84.
- SANCHEZ DE PRAGER, M. Relación entre las características químicas, físicas y microbiológicas de varios suelos del Valle del Cauca y su efecto en el crecimiento de algunos cultivos. Palmira, 1990. 144 p. Tesis (Magister Suelos y Aguas). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- _____. Las micorrizas como componente de la productividad del suelo de los Llanos. Seminario el manejo sostenible del recurso suelo en la Orinoquía colombiana. Memorias. Villavicencio : Universidad de los Llanos, 1994. 10 p.
- SANNI, S.O. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in some Nigerian soil and their effect on growth of cowpea (Vigna unguiculata) tomato (Lycopersicon esculentum) and maize (Zea mays). En: New Phytol. Vol. 77, No. 3 (1983); p. 667-671. Tomado de: SAIF, S.R. Bibliography on vesicular-arbuscularmycorrhizae (1970-1982). Palmira : CIAT, 1983. p. 28.
- SCHENCK, N.C. and KELLAM, M.K. The influence of vesicular-arbuscularmycorrhizae on disease development. Florida : University of Florida, Gainesville, Agric. Exp. Sta. Institute of Food and Agricultural Sciences. (Bulletin 798). 1978. p. 1-15.
- SCHÖNBECK, F. and SPENGLER, G. Detection of TMV in mycorrhizal cell of tomato by immuno-fluorescence. En: Phytopath. Z. Vol. 94, No. 1 (1979); p. 84-86.
- SIEVERDING, E. Manual de métodos para la investigación de la micorriza vesículo-arbuscular en el laboratorio. Palmira : CIAT, 1983. sp.
- UEXKULL, H.R. VON. Tomato : Nutrition and fertilizer requirements in the tropic. p. 65-77. En: INTERNATIONALSYMPOSIUMONTROPICALTOMATO (1° : 1978 : AVRDC, Taiwan). p. 65-77
- VERASAN, V. Effects of soil water stress on growth and nutrients accumulation in corn. En: Agronomy Journal. Vol. 70 (1978); p. 613-618.
- WARNER, A.; MOSSE, B. and DINGEMANN, L. The nutrient film technique for inoculum production. p. 85-86. En: NORTH AMERICAN CONFERENCE ON MYCORRHIZAE (6° : 1984 : Bend, Oregon). Proceedings. Oregon : Randy Molina, 1985. p. 85-86.