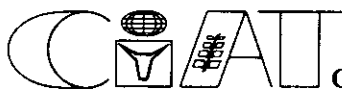


18965

C-2

**Informe Anual  
Programa de Yuca  
1981**



Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado 6713, Cali Colombia

## Proyecto Micorriza

Las estrategias para la utilización de hongos micorrizogésicos vesico-arbusculares (VA) en la nutrición de la planta de yuca se centran en su utilización en suelos ácidos de baja fertilidad, sin esterilizar. Estas estrategias incluyen la inoculación de plantas en el campo con cepas de micorrizas VA efectivas y el mantenimiento de una alta población de micorrizas VA nativas en el campo mediante prácticas agrícolas.

Los objetivos de la investigación actual incluyen la recolección, el mantenimiento, la multiplicación y la evaluación de cepas de micorrizas, y la determinación de prácticas culturales favorables para mantener una actividad de la micorriza altamente efectiva durante la totalidad del período de crecimiento de la yuca y la preservación de altas poblaciones de esporas en el suelo.

### Colección

En diferentes suelos y climas de Colombia se recolectaron y aislaron 25 especies de micorrizas VA de los géneros Glomus, Gigaspora, Acaulospora, y Entrophospora (Cuadro 1). Las cepas se catalogaron con información acerca de la localidad de recolección y especie de planta y con datos de análisis de los suelos. Se mantuvieron en cultivos en materos de Pueraria phaseoloides o Andropogon gayanus cultivados en dos suelos ácidos con bajos niveles de P. Para preservar las cepas en cultivos puros libres de organismos fitopatógenos, las esporas de las micorrizas se aislaron de los cultivos de materos cada medio año y se multiplicarán nuevamente. Aún falta desarrollar métodos para almacenar cepas por períodos largos.

### Evaluación de las Cepas

El primer proceso de selección se hizo con plántulas de yuca cultivadas en dos suelos esterilizados con bajos niveles de P. Además de otros nutrimentos básicos, se aplicó P en solución en una dosis de 12.5 kg de P/ha en la forma de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Se encontró que la variación en la efectividad de las cepas de micorrizas para estimular el crecimiento de las plantas era alta y dependía del tipo de suelo (Figura 1). Las cepas C-1 y C-17 (ambos Glomus sp.) parecen ser las que presentan la mejor adaptación a ambos suelos. Algunas otras cepas (C-6 y C-19) fueron más efectivas en el suelo de Quilichao que en el suelo de Carimagua. La eficiencia de las cepas en absorber P puede ser alta, pese a que solamente hubo un estímulo menor a la producción de materia seca.

En el segundo proceso de selección, se hizo la evaluación de la habilidad competitiva de las cepas seleccionadas con las micorrizas nativas, y otros microorganismos del suelo, en suelo no esterilizado al

cual se le adicionó 50 kg de P/ha en la forma de roca fosfórica del Huila. La Figura 2 muestra claramente que el crecimiento de las plantas en suelo sin esterilizar con una cantidad alta de micorrizas nativas (125 esporas/100 g de suelo) dependió de la cepa de micorriza y del cultivar de yuca. Los estudios de competencia todavía tienen que ser estandarizados y el germoplasma de yuca aún tiene que ser evaluado para buscar asociaciones competitivas de cultivares y hongos en diferentes suelos. Se requieren ensayos de campo para verificar las observaciones hechas en el invernadero.

Cuadro 1. Origen y clasificación de las cepas de micorrizas de Colombia.

Cepa	Origen	Género especie <sup>a</sup>
C-1	CIAT-Quilichao/Cauca	<u>Glomus</u> sp.
C-2	Desconocido/ensayo de invernadero	<u>Glomus</u> sp.
C-3	Popayán/Cauca	<u>Glomus</u> sp.
C-4	Mondomo/Cauca	<u>Acaulospora</u> sp.
C-5	Carimagua <sup>a</sup> /Meta	<u>Glomus</u> sp.
C-6	Carimagua/Meta	<u>Glomus</u> sp.
C-7	Carimagua/Meta	<u>Glomus</u> sp.
C-8	Carimagua/Meta	---
C-9	Carimagua/Meta	<u>Gigaspora heterogama</u>
C-10	Carimagua/Meta	<u>Entrophospora</u> sp.
C-11	Carimagua/Meta	<u>Glomus</u> sp.
C-12	Carimagua/Meta	<u>Acaulospora</u> sp.
C-13	Carimagua/Meta	<u>Acaulospora</u> sp.
C-14	Carimagua/Meta	--- <sup>b</sup>
C-15	Carimagua/Meta	---
C-16	Carimagua/Meta	<u>Acaulospora</u> sp.
C-17	Media Luna/Magdalena	<u>Glomus</u> sp.
C-18	Agua Blanca/Cauca	<u>Glomus</u> sp.
C-19	Agua Blanca/Cauca	<u>Glomus</u> sp.
C-20	Carimagua/Meta	<u>Glomus</u> sp.
C-21	Rothamsted/England	<u>Gigaspora margarita</u>
C-22	Bitaco/Valle del Cauca	<u>Glomus</u> sp.
C-23	Caucasia/Antioquia	<u>Acaulospora</u> sp.
C-24	Puerto Asís/Putumayo	--- <sup>b</sup>
C-25	San José del Palmar/Chocó	---

a. Agradecimiento a la Sra. de Spain por la taxonomía de esporas de Carimagua.

b. Especies aún sin identificar.

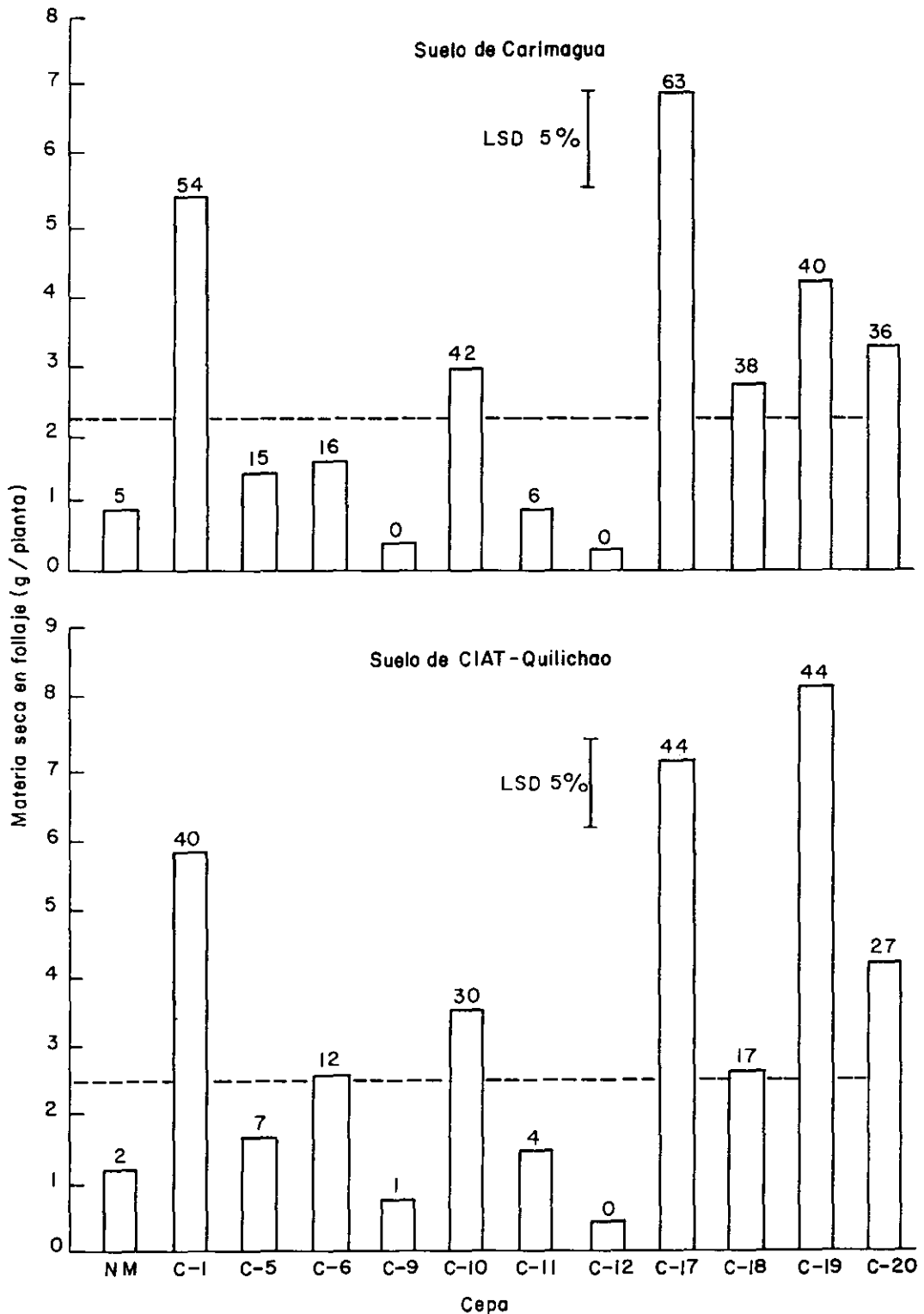


Figura 1. Peso seco de yuca (M Mex 59) no inoculada (NM) o inoculada con diferentes cepas de micorrizas (C-no) en suelos esterilizados de Carimagua y CIAT-Quilichao. Las líneas punteadas indican límites de significancia ( $P = 0.05$ ) a las plantas no inoculadas. Los números en las partes superiores de las columnas corresponden a la absorción de P en el follaje (% de P adicionado).

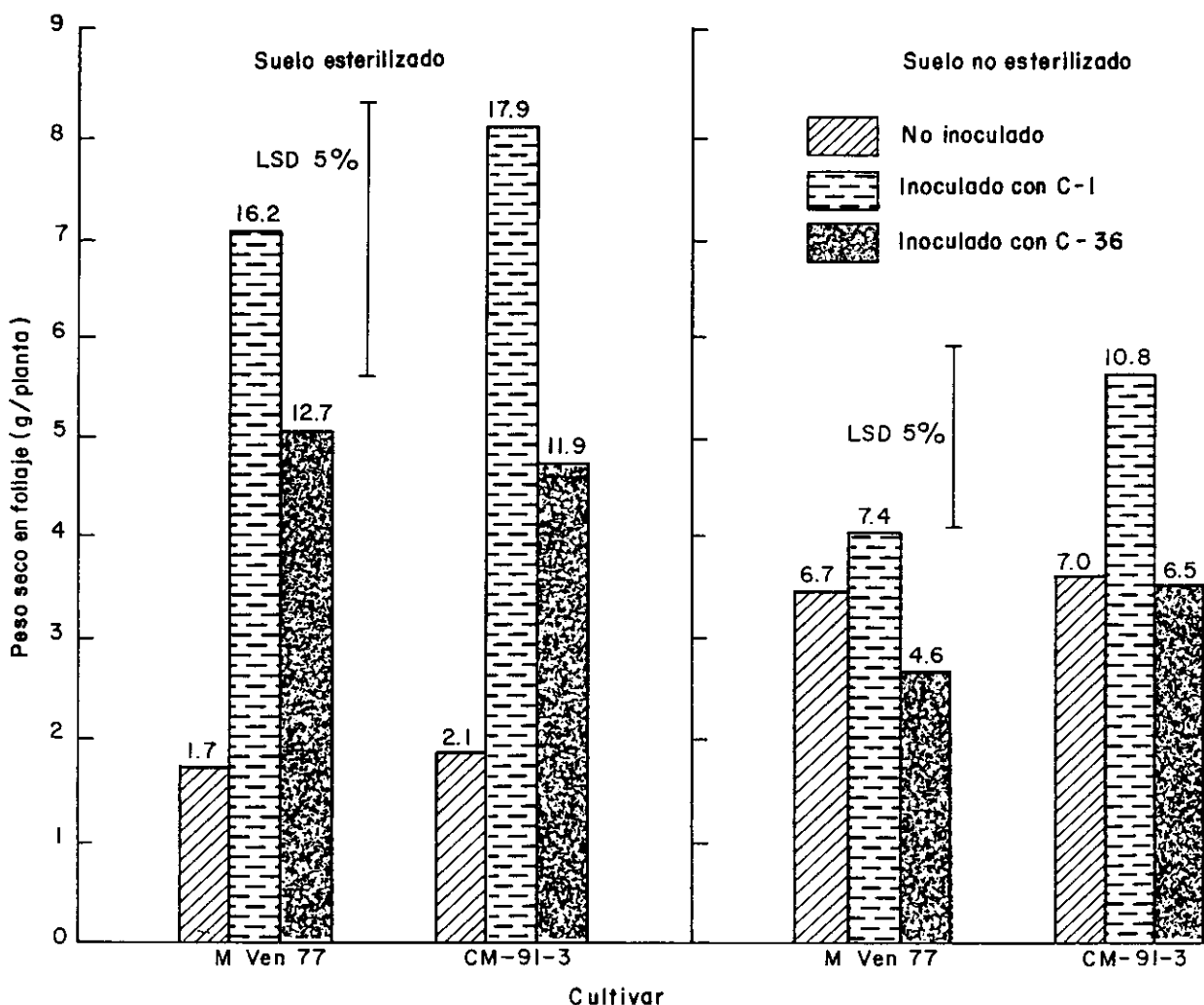


Figura 2. Producción de materia seca de yuca (M Ven 77 y línea CM 91-3) no inoculada o inoculada con las cepas de micorrizas C-1 y C-36 en suelos esterilizados y sin esterilizar de CIAT-Quilichao. Los números en la parte superior de las columnas indican la absorción de P en el follaje (g P/planta).

### Fuentes de P

De interés económico para el cultivo de la yuca es la utilización de P de bajo costo y de baja solubilidad en combinación con micorrizas. Se evaluó la eficiencia de tres cepas diferentes de micorrizas para absorber P de superfosfato triple (SFT), roca fosfórica del Huila (RFH) o roca fosfórica de Pesca (RFP), en dos suelos esterilizados a los cuales se le incorporaron 0 ó 50 kg de P/ha. Para efectos de comparación, se incluyó un suelo con un alto contenido de P proveniente de CIAT-Palmira. Para el caso de la yuca sin micorrizas, no hubo una diferencia entre los suelos o niveles de aplicación de P (Cuadro 2). En el suelo de Carimagua, sin la aplicación de P, las cepas C-1 y C-2 aumentaron el crecimiento, pero solo se observó un estímulo marcado si

se adicionó P. En el suelo de Carimagua las fuentes de fertilizante fosfatado no fueron importantes para la efectividad de la cepa. Sin embargo, en el suelo de Quilichao, la cepa C-1 fue altamente efectiva solamente con SFT. La baja efectividad de las micorrizas en el suelo de Palmira probablemente se debió a la falta de adaptación de las cepas al alto nivel de P y a la alcalinidad y posiblemente al pobre crecimiento en este suelo compactado.

Cuadro 2. Efecto de las cepas de micorrizas y fuentes de P en el contenido de materia seca en follaje (g/planta) de la línea yuca CM 342-55.

Suelo <sup>a</sup>	Cepa <sup>b</sup>	No P	Fuente de P <sup>c</sup>		
			SFT (50 kg P/ha)	RFH (50 kg P/ha)	RFP (50 kg P/ha)
Carimagua (4.5 ppm P)	NM	0.20	0.25	0.25	0.31
	C-1	2.69	8.17	8.08	9.36
	C-10	2.17	7.89	8.22	6.97
	C-21	0.58	2.47	3.10	2.52
Quilichao (1.9 ppm P)	NM	0.31	0.27	0.35	0.28
	C-1	1.10	7.67	4.71	3.67
	C-10	0.75	7.78	6.18	4.89
	C-21	0.44	1.57	1.35	1.18
Palmira <sup>d</sup> (45 ppm P)	NM	0.32			
	C-1	1.73			
	C-10	0.50			
	C-21	1.46			

a. Los datos entre paréntesis indican el P extraído por Bray II antes de la fertilización.

b. NM = no micorriza; C-1 = inoculación con Glomus sp.; C-10 = inoculación con Entrophosphora sp.; C-21 = inoculación con Gigaspora margarita.

c. SFT = superfosfato triple; RFH = roca fosfórica de Huila; RFP = roca fosfórica de Pesca.

d. Sin tratamientos con P debido al alto nivel de P en el suelo.

#### Nivel Crítico de la Eficiencia de Micorrizas Nativas

La alta población y eficiencia de micorrizas nativas con frecuencia hacen innecesaria la inoculación de tierras agrícolas. En un experimento de invernadero se determinó un nivel crítico de esporas de micorrizas efectivas, mediante el establecimiento de varias cantidades de esporas efectivas de Glomus sp., cepa C-1 (0 a 108 esporas/100 g de suelo seco). Al transplantar estacas apicales enraizadas se inocularon además en el hueco de siembra con 1000 esporas/matero de la misma cepa de micorriza. La Figura 3 muestra claramente que la inoculación de las

plantas solamente fue efectiva cuando el suelo contenía menos de 12 esporas/100 g de suelo seco. Sin embargo, los niveles críticos pueden variar para las distintas cepas de micorrizas o cultivares de yuca y se deben determinar en estudios de compatibilidad.

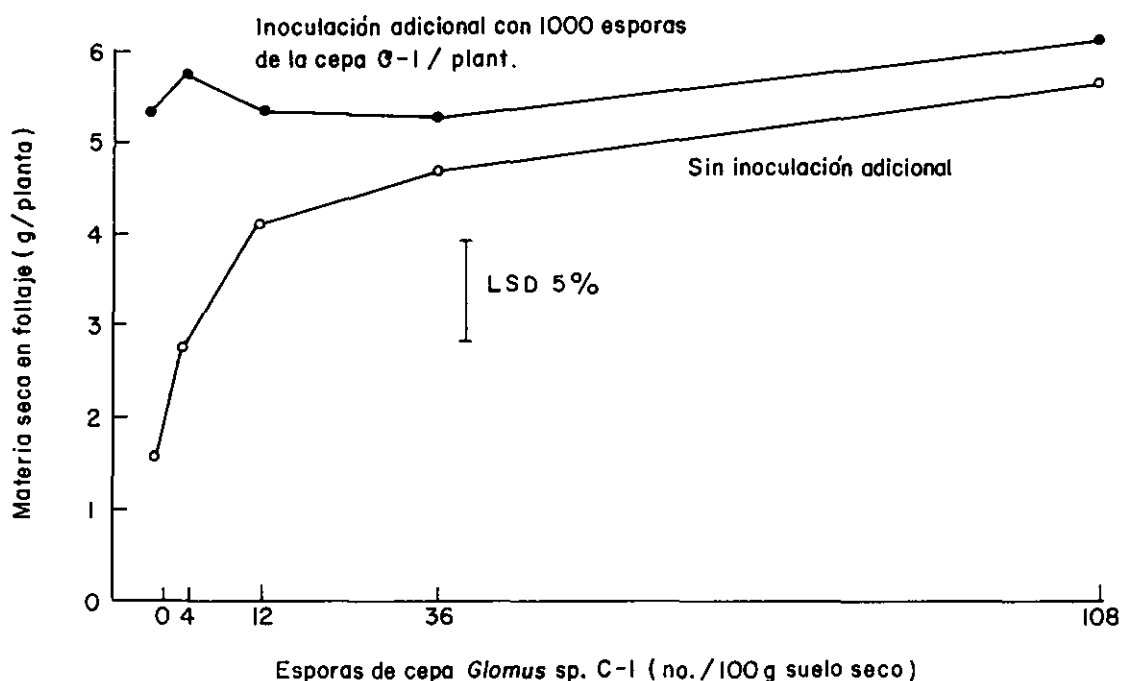


Figura 3. Efecto de la inoculación adicional con micorrizas de las cepas C-1 sobre el peso seco del follaje de yuca (M Ven 77) en un suelo esterilizado de CIAT-Quilichao, al cual previamente se la había adicionado varias concentraciones de esporas.

### Evaluación de Prácticas Agrícolas

Fertilización. De un ensayo de N-P-K realizado en Carimagua se tomaron muestras de raíces de plantas de yuca (M Ven 77) de seis meses de edad para determinar el nivel de infección con hongos nativos de micorrizas. La Figura 4 muestra que las aplicaciones de N y P disminuyeron la infección, en tanto que la fertilización con K la aumentaba. La incidencia de vesículas, que son los órganos de reserva del hongo, fue favorecida por niveles más altos de P y K. Sin embargo, las observaciones en otras localidades indican que existen diferencias entre los suelos y los cultivares debido a diferencias en la composición de la población nativa de micorrizas. Por consiguiente, las recomendaciones de fertilización con N-P-K no solamente deben considerar los altos rendimientos sino también una buena infección con micorrizas.

Las aplicaciones de cal y P son benéficas para el crecimiento de la yuca en Carimagua (Informa Anual 1980). Sin embargo, las poblaciones nativas de micorrizas expresadas en términos de número de esporas/5 g de

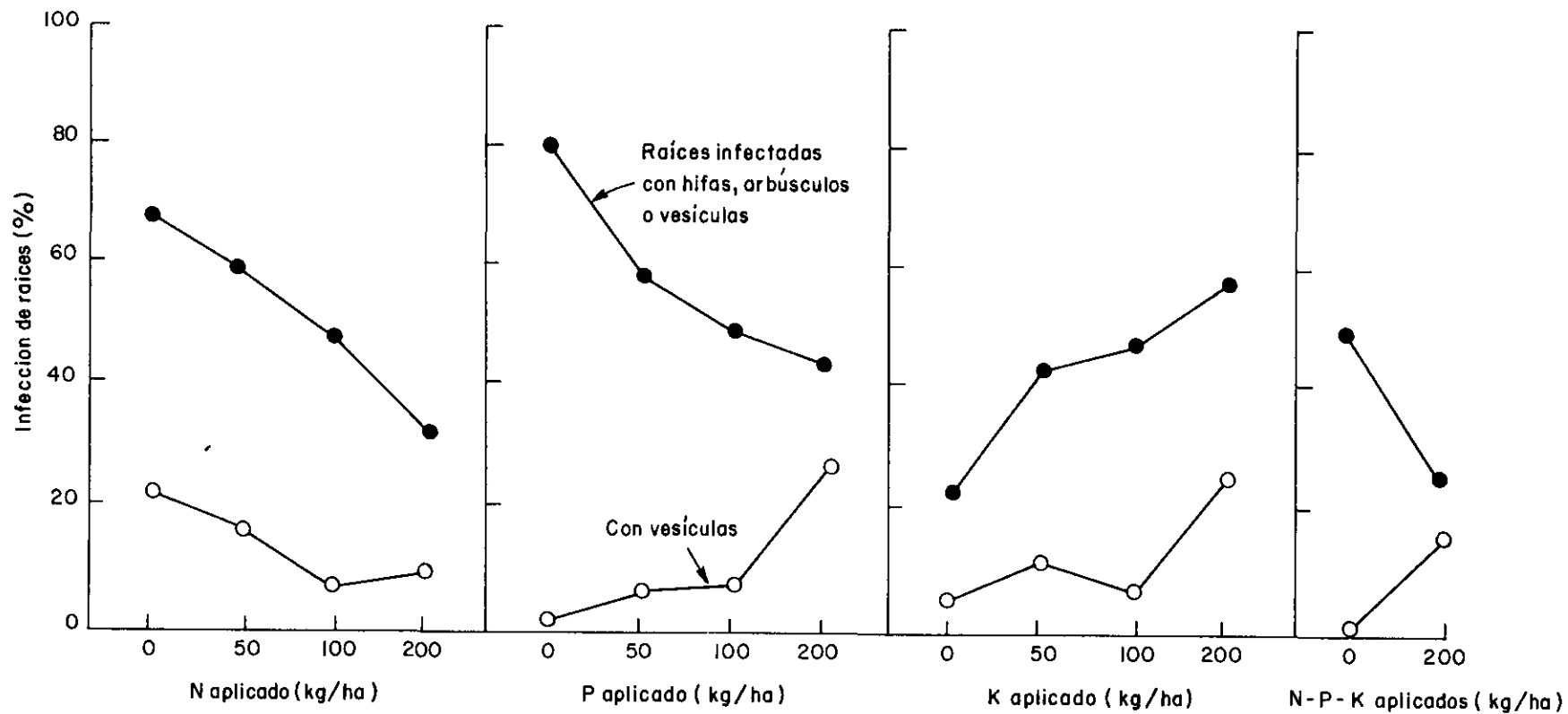


Figura 4. Infección de micorrizas nativas en raíces de yuca (M Ven 77) a diferentes niveles de N, P y K aplicados.



suelo, disminuyeron marcadamente por la fertilización con 4 t de cal/ha y la disminución fue aún más pronunciada por la aplicación de 220 kg de P/ha (Figura 5). Sin embargo, la incidencia de micorrizas en las raíces no se correlacionó bien con el número de esporas, lo cual indica que la reproducción de esporas no necesariamente depende de una alta infección de micorrizas. Aún no está clara cuál es la concentración de esporas efectivas que da un suficiente potencial de infección para el siguiente ciclo de cultivo. Por las aplicaciones repetidas de fertilizantes fosforados solubles puede haber una pérdida de ciertas cepas de micorrizas. Esto puede causar detrimentos a otras especies de cultivo o durante situaciones especiales de estrés durante el ciclo del cultivo. En este caso, podría ser necesario hacer una nueva introducción de esporas efectivas.

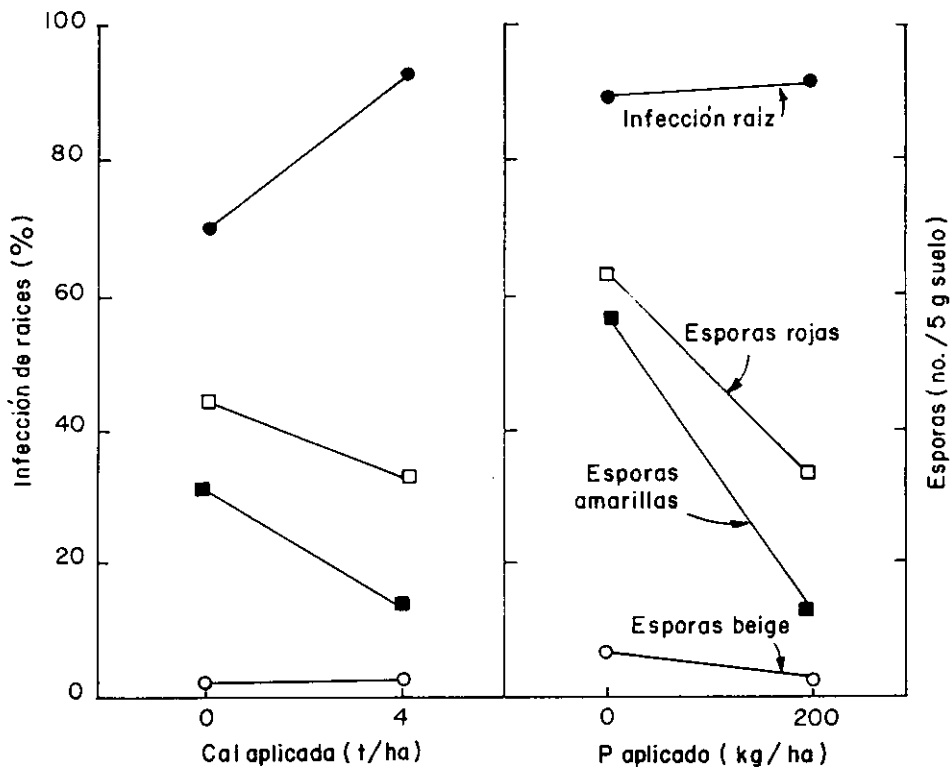


Figura 5. Efecto de la aplicación de cal y P sobre la asociación de micorrizas nativas con raíces de yuca (M Pan 12-B) y número de esporas en el suelo.

Pesticidas. Se adelantó un ensayo de invernadero para evaluar el efecto de varios tratamientos de las estacas en el desarrollo de las cepas de micorrizas C-1 (*Glomus* sp.) en plantas de yuca (M Col 113) inoculadas y cultivadas en un suelo esterilizado. La longitud de las raíces infectadas con micorrizas fue afectada negativamente por todos los tratamientos (Figura 6). Los tratamientos de las estacas también ejercieron un efecto negativo en la reproducción de esporas durante los

primeros 60 días de crecimiento, especialmente cuando los fungicidas se combinaron con insecticidas. Sin embargo, después de dos meses, se puso de manifiesto un aumento en la producción de esporas en casi todos los tratamientos de estacas con mezclas de fungicidas e insecticidas, incluyendo sulfato de zinc (Figura 7). Esto se puede deber a la descomposición de los pesticidas después de dos meses, en condiciones de invernadero en este suelo. Se sugiere continuar las investigaciones con otras cepas de micorrizas y en otras condiciones edáficas o climáticas. Actualmente, se está determinando el efecto de los tratamientos de las estacas en el desarrollo de micorrizas en condiciones naturales.

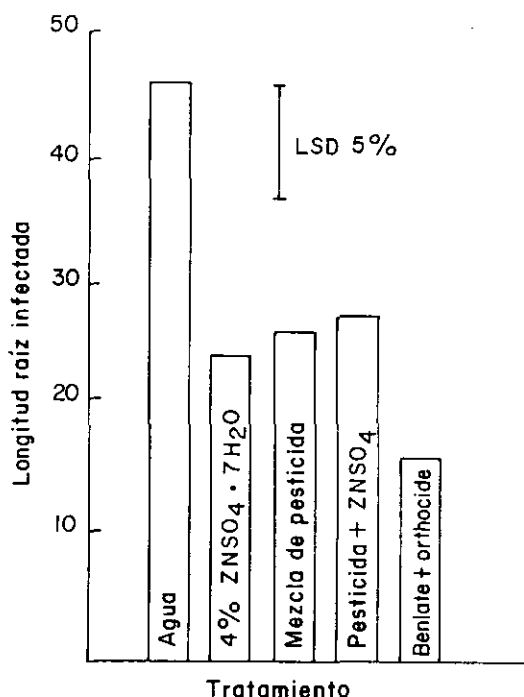


Figura 6. Efecto del tratamiento de las estacas sobre la longitud de raíces infectadas de yuca (M Col 113) inoculadas con Glomus sp. (cepa C-1) después de 78 días de crecimiento. Mezcla de pesticida = dithane + manzate + vitigran + malathion.

En algunos casos la tecnología de producción de yuca recomienda el control de malezas con herbicidas (Informe Anual 1980). En un ensayo en materos con suelo esterilizado se evaluó el efecto de los herbicidas preemergentes diuron/alachlor, oxifluorfen, oxadiazon y trifluralina en el desarrollo de la cepa de micorriza C-1. Todos los herbicidas se aplicaron a la superficie después de la siembra de estacas de 20 cm, excepto la trifluralina, la cual se incorporó en los primeros 5-8 cm del suelo antes de la siembra. El inóculo de micorrizas (40 g de una mezcla de suelo/raíces con 1800 esporas) se colocó en los huecos de siembra de las estacas. Al momento de la cosecha después de 77 días de crecimiento, no se encontraron diferencias en el crecimiento de la parte

aérea entre los tratamientos, pero el oxifluorfen (0.75 kg i.a./ha) y oxadiazon (0.75 kg de i.a./ha) inhibieron la infección de las raíces significativamente más que el suelo no tratado (Figura 8). La producción de esporas durante los primeros dos meses de crecimiento fue casi totalmente inhibida por la aplicación de la mezcla diuron/alachlor (0.8 kg i.a./ha y 1 kg i.a./ha, respectivamente) como también por el oxadiazon; a los 77 días, el único herbicida que no tuvo un efecto negativo en la reproducción de esporas fue la trifluralina (1.5 kg i.a./ha) (Figura 9). Continuarán los ensayos de observación de la influencia de los herbicidas en la población de micorrizas nativas en condiciones de campo.

Algunos pesticidas en concentraciones relativamente altas pueden afectar el desarrollo de micorrizas. Sin embargo, pueden existir diferencias entre cepas de esporas y grandes diferencias debido a condiciones edáficas y climáticas. Si el objetivo es introducir nuevas cepas de micorrizas en un campo, el uso de pesticidas puede afectar la habilidad de aquellas para competir con las micorrizas nativas.

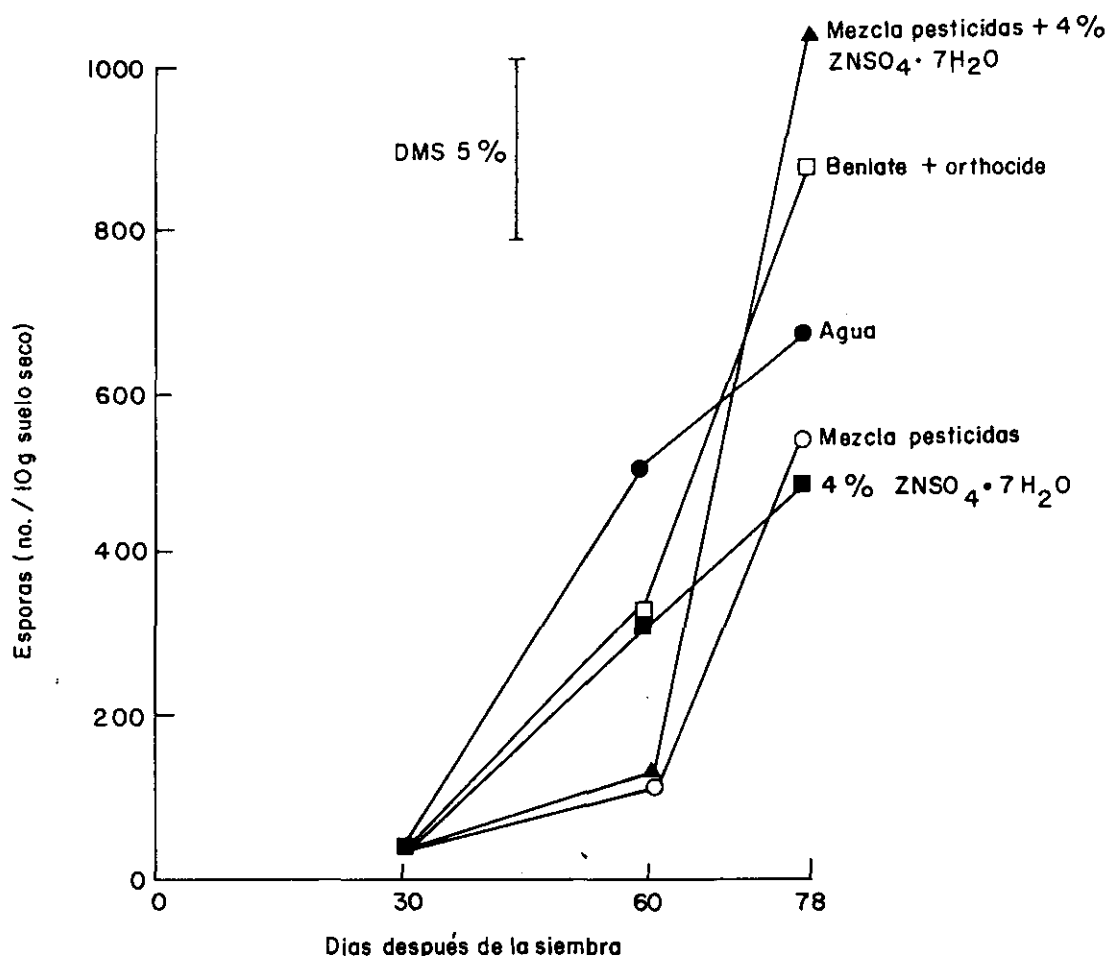


Figura 7. Producción de esporas de micorrizas de *Glomus* sp. (cepa C-1) en yuca (M Col 113). Las estacas de yuca fueron tratadas con la fórmula indicada en la Figura 6.

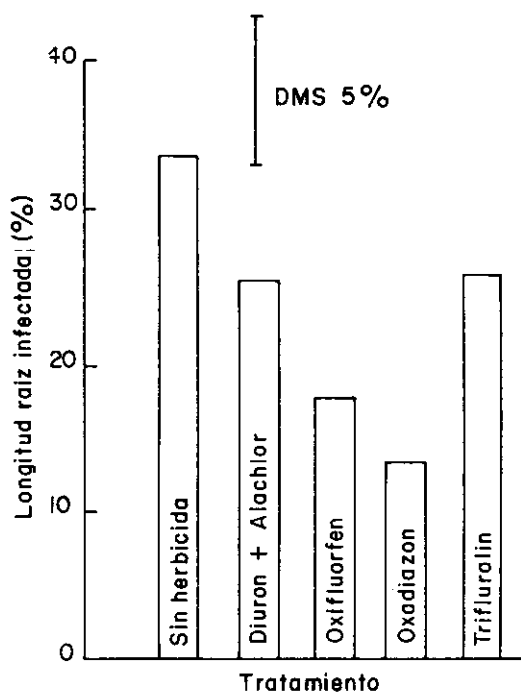


Figura 8. Efecto de los herbicidas sobre la longitud de raíces infectadas de yuca (M Col 113) inoculadas con Glomus sp. (cepa cepa C-1) después de 77 días de crecimiento.

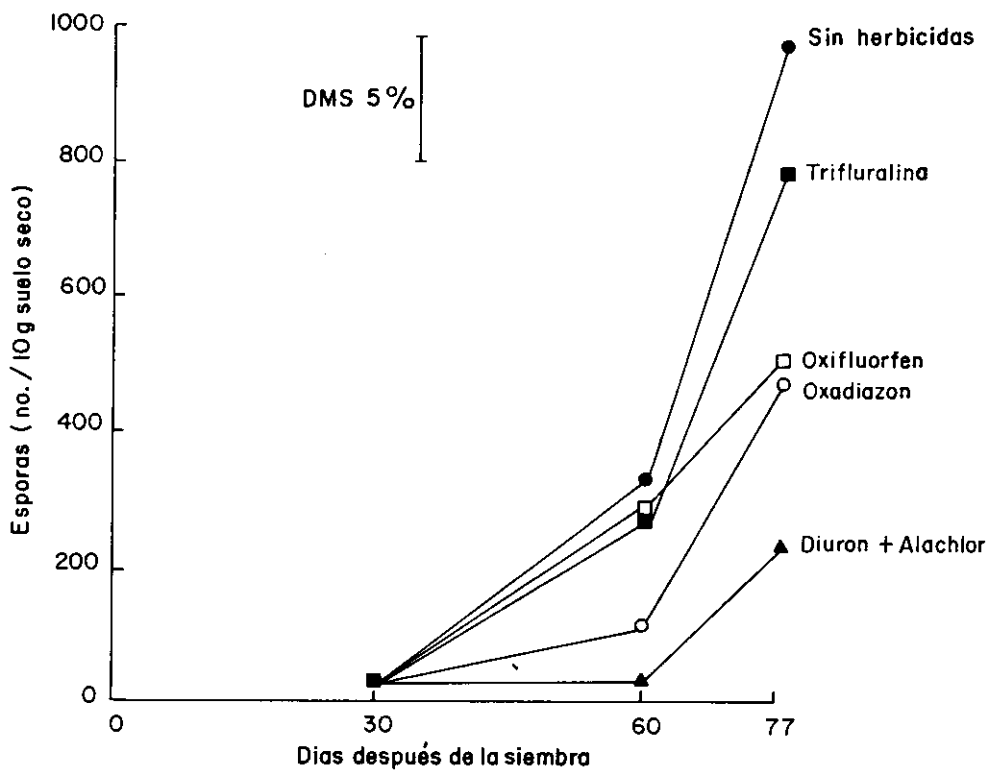


Figura 9. Efecto de los herbicidas sobre la producción de esporas de micorrizas de Glomus sp. (cepa C-1) con yuca (M Col 113).