

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE MICORRIZA VESICULO - ARBUSCULAR (MVA) EN LULO (*Solanum quitoense* Lam)

Héctor H. Collazos S.*

Patricia Figueroa B.*

Alberto Jordan S.*

Hernando Patiño C.**

Ewald Sieverding ***

COMPENDIO

En el estudio se determinó el carácter (obligado o facultativo) de la asociación micorrízica y se evaluó la eficiencia de nueve cepas de micorriza en dos tipos de oxisoles con fertilidad baja y moderada y en presencia de tres niveles de fósforo (0, 50 y 100 kg/ha). El lulo es una especie micotrófica facultativa, ya que con adecuados niveles de fósforo asimilable en el suelo su desarrollo no depende de la asociación micorrízica, mientras que con bajos niveles sucede lo contrario. En general, la inoculación con MVA incrementó el desarrollo del lulo tanto en semilleros como en plántulas. Los mejores aislamientos de MVA fueron una mezcla de *Acaulospora* spp y *Glomus* sp y *Entrophospora colombiana*. En general, la efectividad de la MVA incrementó con niveles bajos y medios de fósforo y se debilitó con el nivel alto. El desarrollo del lulo y la efectividad de la micorriza fue mayor en la localidad más cálida (1050 m, 24°C y 60 o/o HR) que en la más templada (2100 m, 14°C y 80 o/o HR).

ABSTRACT

A preliminary study to determine the character (obligate or facultative) of the mycorrhizal association in, "naranjilla" (*Solanum quitoense* L.) and an evaluation of nine mycorrhiza stock, was carried out at Palmira (1050 m, 24°C and R.H. of 60 o/o) and Jamundí (2100 m, 14°C and R.H. of 80 o/o). The trial was held on two oxysoles having a low and moderate fertility, with 3 levels of phosphorus (0, 50 y 100 kg/ha). The "naranjilla" is a facultative mycotrophic specie. In general, the inoculation with MVA fungi, increased the development of the "naranjilla" in seed beds as well as transplanted seedlings. The effectivity of MVA was dependent on the fungus specie, its origin, the phosphorus levels in the soil and the weather of both localities. The development of the "naranjilla" and the effectivity of the mycorrhiza was superior at the warm locality (14°C). In general, the isolations which showed the best behavior were a mixture of *Acaulospora* spp and *Glomus* sp, and *Entrophospora colombiana*.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.

** Universidad Nacional de Colombia. Palmira q.e.p.d.

*** Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT. A.A. 6713 Cali, Colombia.

1. INTRODUCCION

El cultivo del lulo (*Solanum quitoense* Lam) ha sido un renglón de subsistencia desde épocas precolombinas; los indígenas consumían la fruta mezclada con maíz en una bebida que todavía se conserva en el folclore alimenticio de varias regiones. En la última década, la fruta ha mantenido precios altos y de tendencia creciente por la limitada producción como consecuencia del carácter marginal del cultivo, el bajo nivel técnico y la forma predominantemente minifundista de su explotación. El cultivo no ha recibido atención de los organismos estatales de investigación y las estadísticas de área sembrada y producción no son confiables.

El cultivo tradicional se establece mediante la entresaca de árboles o soca en las zonas boscosas del cinturón subandino; después de tres o cuatro meses se siembra aprovechando los materiales descompuestos como única fuente de abonamiento. Las pronunciadas pendientes topográficas y las elevadas precipitaciones, condicionan el empobrecimiento acelerado de estos suelos, predominantemente Oxisoles y Ultisoles, estimulando los problemas fitosanitarios y reduciendo drásticamente la producción. Todos estos factores han convertido en riesgoso el cultivo del lulo.

La deprimente situación del cultivo ha motivado la búsqueda de alternativas integrales de manejo con criterio agroecológico. Una de éstas es la de investigar las posibilidades de la asociación raíz-hongo micorriza vesicular-arbúscular, MVA, la cual debe jugar un papel determinante y positivo en las condiciones edáficas del cultivo interviniendo en el ciclo de algunos elementos esenciales poco móviles en el suelo (especialmente el fósforo), incrementando su absorción y aumentando el rendimiento de las plantas.

Aprovechando el interés a nivel mundial de la asociación micorrízica, se empezó a explorar sus posibilidades en lulo desde hace tres años cuando se efectuaron varios muestreos de raíz en cultivos comerciales y se aislaron y purificaron cepas nativas. Debido al poco trabajo investigativo fue necesario realizar ensayos sobre germinación y otras prácticas culturales.

En el trabajo se determinó el carácter de la asociación micorrízica en lulo y se evaluó el comportamiento en condiciones de invernadero de nueve cepas de MVA en dos suelos, con tres niveles de fósforo.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Los ensayos 1 y 2 se realizaron en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira (1050 m, 24°C y 60 o/o de humedad relativa) y los ensayos 3 y 4 en el municipio de Jamundí, corregimiento de San Anto-

nio, vereda El Cedro (2100 m, 14°C y humedad relativa del 80 o/o). En esta localidad se construyeron mesas de guadua con cubierta de polietileno en el interior de una formación selvática secundaria. En el trabajo se utilizaron dos suelos de San Antonio, uno negro (ensayos 1, 2, 3) procedente de la capa vegetal de un lugar recién desmontado y otro rojo (ensayo 4) procedente de un lugar erosionado.

El ensayo 1 se realizó en bandejas plásticas (50 x 30 x 7 cm), con suelo esterilizado en autoclave y sin fertilizar. Se sembraron 5 000 semillas/ bandeja, y en los tratamientos de inoculación (Cuadro 1) se utilizaron 10 g por surco de un sustrato de suelo, en el cual se habían multiplicado los MVA en raíces de kudzú. A los 45 días después de la siembra se determinaron las variables altura, número de hojas y área foliar de 20 plantas, peso seco de la parte aérea, P en el tejido (Bray II); el porcentaje de infección se evaluó por el método de láminas (Sieverding, 5) con las variables se hicieron correlaciones.

En los ensayos 2, 3 y 4, que se sembraron en materas (3.5 kg), el suelo se esterilizó con bromuro de metilo bajo un plástico entubado y se aplicaron tres niveles de P (0, 50 y 100 kg/ha) de la fuente $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ reactivo puro. Los ensayos, en los cuales se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, estuvieron conformadas por tres niveles de P y diferentes tratamientos de inoculación (6 en los ensayos 2 y 3, 9 en el ensayo 4).

A los dos meses del trasplante se midieron las variables estipuladas en el ensayo 1. En el ensayo 3 las evaluaciones se interrumpieron a los 49 días, por caída accidental de la mesa. Se realizó un análisis de varianza combinado del área foliar a los 44 (ensayo 2) y 49 días (ensayo 3) para determinar el efecto localidad y uno de los tratamientos de inoculación comunes (ensayos 3 y 4) a los 49 días para determinar el efecto suelo.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Ensayo 1. Semillero.

Al presentar el área foliar como una función del porcentaje de infección (Fig. 1) se diferenciaron tres zonas según la distribución de los tratamientos. En la zona I (o/o de infección y área foliar bajos) se situaron los tratamientos de inoculación M-333 y NM; la producción de área foliar en el testigo fue baja lo cual muestra el efecto favorable de la infección con micorriza sobre el crecimiento de la planta; el tratamiento M-333 presentó mejor eficiencia que el testigo NM pero menor con respecto a los tratamientos de inoculación de la zona II (o/o medio de infección y área foliar alta).

Tratamiento de inoculación con hongos MVA evaluados en los ensayos

Tratamiento de inoculación	No. CIAT (1)	Procedencia	Ensayos			
			1	2	3	4
<i>Glomus fasciculatum</i>	C-18-1	Agua Blanca (Cauca)	X	X	X	X
<i>Glomus manihotis</i>	C-1-1	Quilichao (Cauca)	X			X
<i>Gigaspora margarita</i>	C-21	Inglaterra	X			
<i>Gigaspora pellucida</i>	C-3-7	Popayán	X			
<i>Entrophospora colombiana</i>	C-10	Carimagua (Meta)	X			X
<i>Entrophospora colombiana</i>	C-3-5	Popayán	X	X	X	X
<i>Acaulospora myriocarpa</i>	C-88-1	Popayán	X			X
<i>Acaulospora longula</i>	C-93-1	Popayán	X	X	X	X
Mezcla de <i>Acaulospora</i> spp y <i>Glomus</i> sp.	M-333(2)	San Antonio (Valle)	X	X	X	X
NM plantas no micorrizadas y en suelo esterilizado			X	X	X	X
SS plantas micorrizadas con los hongos MVA nativos de un suelo de San Antonio, sin esterilizar.			X	X	X	X

1. Los inoculos se obtuvieron del proyecto micorriza del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

2. Los autores aislaron la mezcla de hongos MVA de rizosfera de lulo en San Antonio, Valle del Cauca.

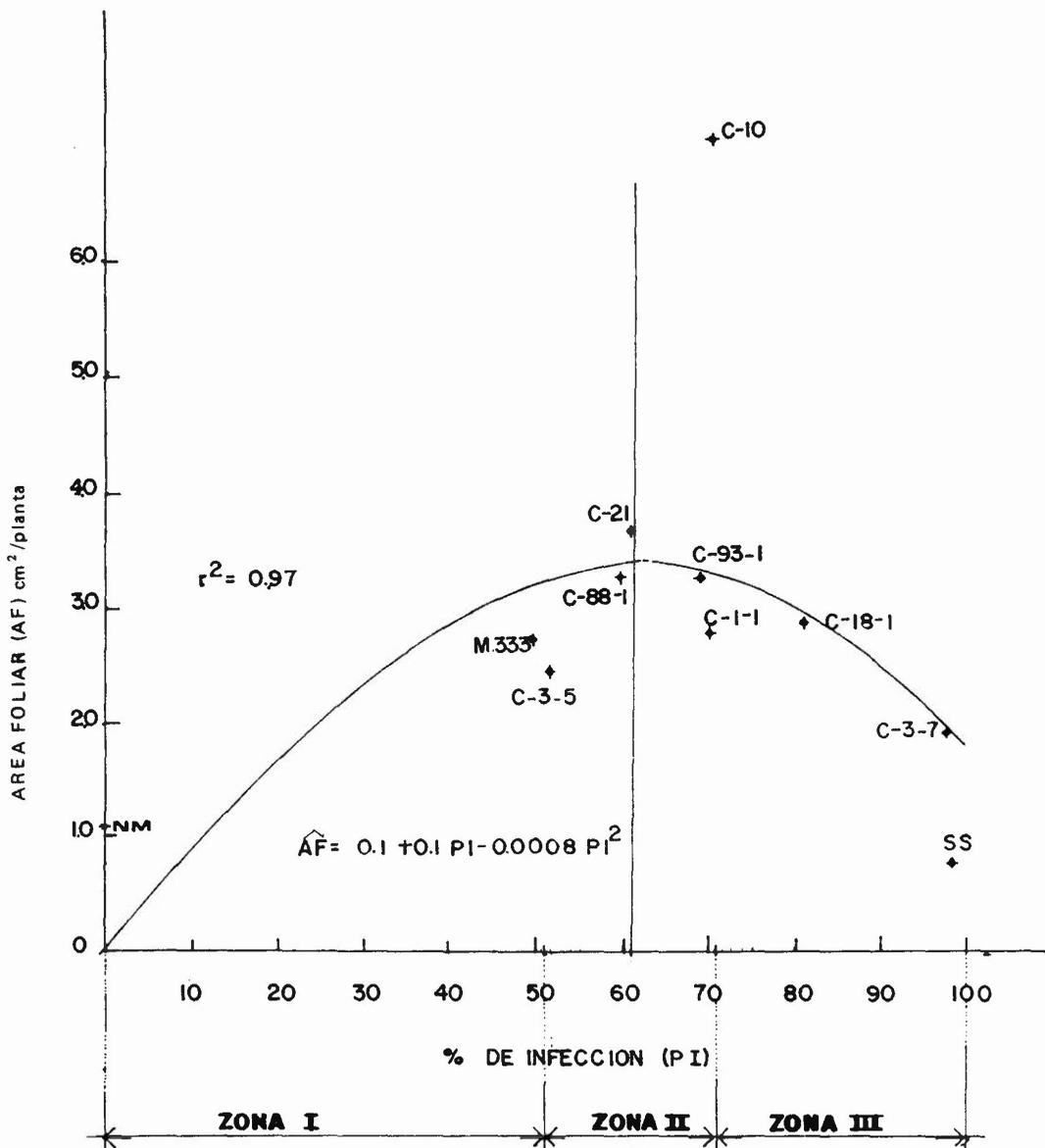


Fig. 1. Interacción entre la infección con diferentes hongos MVA y el área foliar en semilleros de lulo.

En la zona II (o/o alto de infección y área foliar baja), los tratamientos de inoculación C-3-5, C-93-1, C-88-1, C-21 y C-1-1 se encontraron dentro de un rango del 10 o/o con respecto al punto óptimo de infección de 62.5 o/o, lo cual indicó que cada uno de ellos favoreció el desarrollo de las plantas.

Dentro de la zona III se localizaron los tratamientos C-18-1, C-3-7 y SS, con bajas producciones de área foliar y altos porcentajes de infección, insinuando un posible efecto depresivo sobre el desarrollo de la plántula, el cual se ha atribuido a la competencia entre los simbiontes por limitado suplemento de carbohidratos y elementos minerales (Horley y Smith, 3).

3.2. Ensayo 2.

Para la mayoría de los análisis del ensayo 2 se utilizó la variable área foliar, por presentar mayores grados de correlación con respecto a las demás variables. La mayoría de tratamientos de inoculación aumentaron el área foliar con aplicaciones de 50 kg de P/ha, pero disminuyeron con aplicaciones superiores (Fig. 2), confirmando que altas aplicaciones de fósforo deprimen no solo la infección por los hongos MVA, sino también el crecimiento de las plantas (Crush, 2; Mosse, 4). Con aplicaciones de 100 kg de P/ha todos los tratamientos presentaron producciones de área foliar muy semejantes, a excepción de SS. Este comportamiento sugiere, que las plantas de lulo con adecuados niveles de fósforo pueden desarrollarse adecuadamente sin la presencia de hongos MVA, indicando el micotrofismo facultativo del lulo. Dicho comportamiento está relacionado con la abundancia de pelos radicales, ya que plantas provistas de raíces finas y de pelos radicales numerosos tienden a ser menos dependientes de la infección de la micorriza que aquellas con raíces gruesas y cortas (Baylis, 1).

El porcentaje de infección en todos los tratamientos presentó fuerte depresión cuando aumentó la aplicación de P; confirmando que con cantidades elevadas de P la micorriza reduce su infección (Mosse, 4).

Hubo diferencias significativas tanto para el efecto de la aplicación del fósforo como para el efecto de la inoculación con micorriza y para la interacción entre estos dos factores. Solo las variables número de hojas y altura de las plantas no presentaron diferencias significativas, lo cual sugiere que estos factores no son indicadores adecuados del desarrollo de la planta de lulo.

El valor del área foliar fue superior en plantas que crecieron con los tratamientos de inoculación M-333 y C-3-5; tal diferencia debe atribuirse a la especificidad que tienen los hongos MVA en términos de efectividad sim-

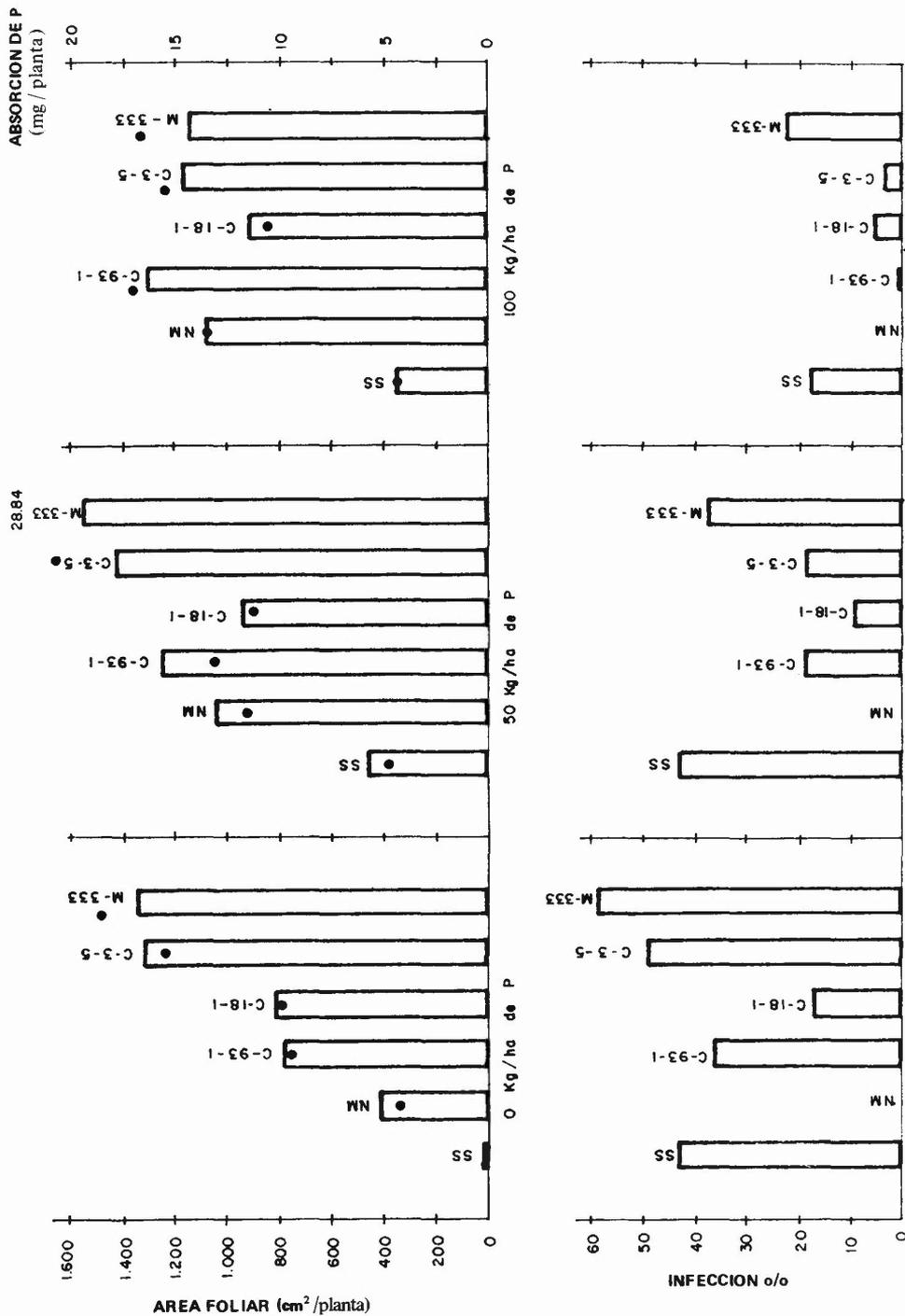


Fig. 2. Comparación de valores promedios de tratamientos. Arriba: área foliar (cm²/planta) parte aérea (barras) y absorción total (mg/planta) de P (o). Abajo: o/o de infección de MVA. (barras).

biótica. El tratamiento de inoculación M-333, aislado de rizosfera de lulo en la localidad de San Antonio, presenta mejor comportamiento debido a la especificidad en cuanto al suelo y al huésped.

Con aplicaciones de 50 kg de P/ha hubo las mejores respuestas, pero con aplicaciones de 100 el crecimiento del área foliar se deprimió, por lo tanto, aplicaciones mayores y continuadas de P generalmente no son beneficiosas y además podrían ser antieconómicas.

Las aplicaciones de 50 kg de P/ha en todos los tratamientos incrementaron notablemente el área foliar, la cual se deprimió en la mayoría, con aplicaciones de 100 kg/ha; los tratamientos de inoculación M-333 y C-3-5 aún sin aplicaciones de P fueron muy eficientes (Fig. 3).

3.3. Ensayo 3.

Los análisis de varianza para cada variable indicaron diferencias significativas en la prueba de F.

Según el área foliar, los mejores tratamientos de inoculación fueron C-18-1 y C-3-5; lo cual confirma que el comportamiento está relacionado con la especificidad del hongo MVA, el huésped, el suelo y demás condiciones ambientales.

Los valores superiores de área foliar se alcanzaron con aplicaciones de 50 y 100 kg de P/ha, sin diferencias significativas entre estos dos niveles; lo cual insinúa que las altas aplicaciones de P deprimen el crecimiento, cuando en el suelo existen niveles adecuados de fósforo asimilable.

Los valores de área foliar promedios con las diferentes aplicaciones de P (Fig. 4) manifestaron respuestas positivas con respecto a los dos testigos NM y SS, para la fertilización fosforada y la inoculación con hongos MVA, presentando los mejores resultados con aplicaciones de 50 kg de P/ha y con los tratamientos de inoculación C-18-1 y C-3-5.

3.4. Efecto localidad.

Hubo mejor desarrollo de las plantas en la localidad de Palmira que en San Antonio. Esta diferencia tan grande se debe a factores climáticos; San Antonio es una zona que presenta nubosidad constante, bajas temperaturas, altas precipitaciones y alta humedad relativa que pueden estar influyendo en forma negativa sobre el buen desarrollo y función tanto de la planta como de la micorriza; en contraposición, Palmira presenta mayor luminosidad, mayor temperatura y una humedad relativa menor.

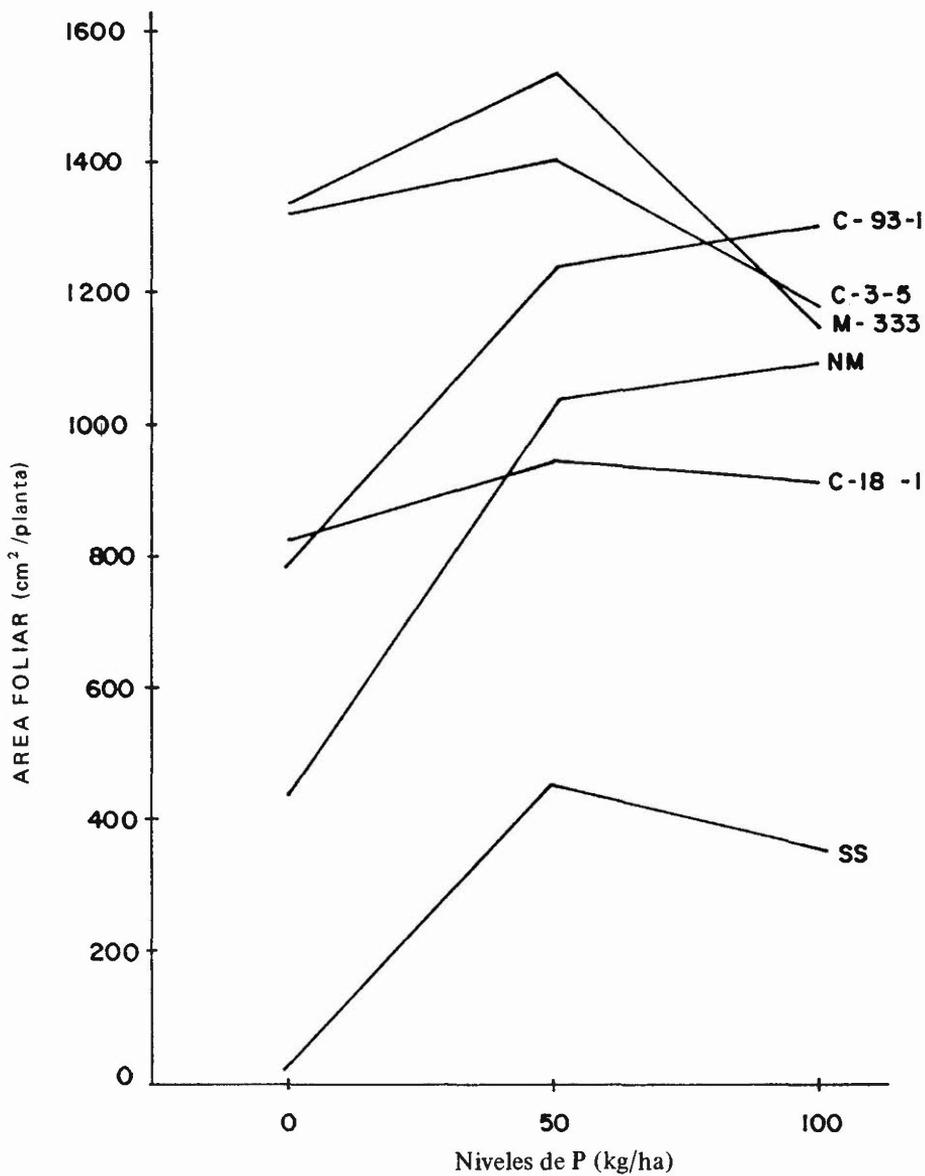


Fig. 3. Efecto de la aplicación de fósforo sobre la producción de área foliar (Ensayo 2).

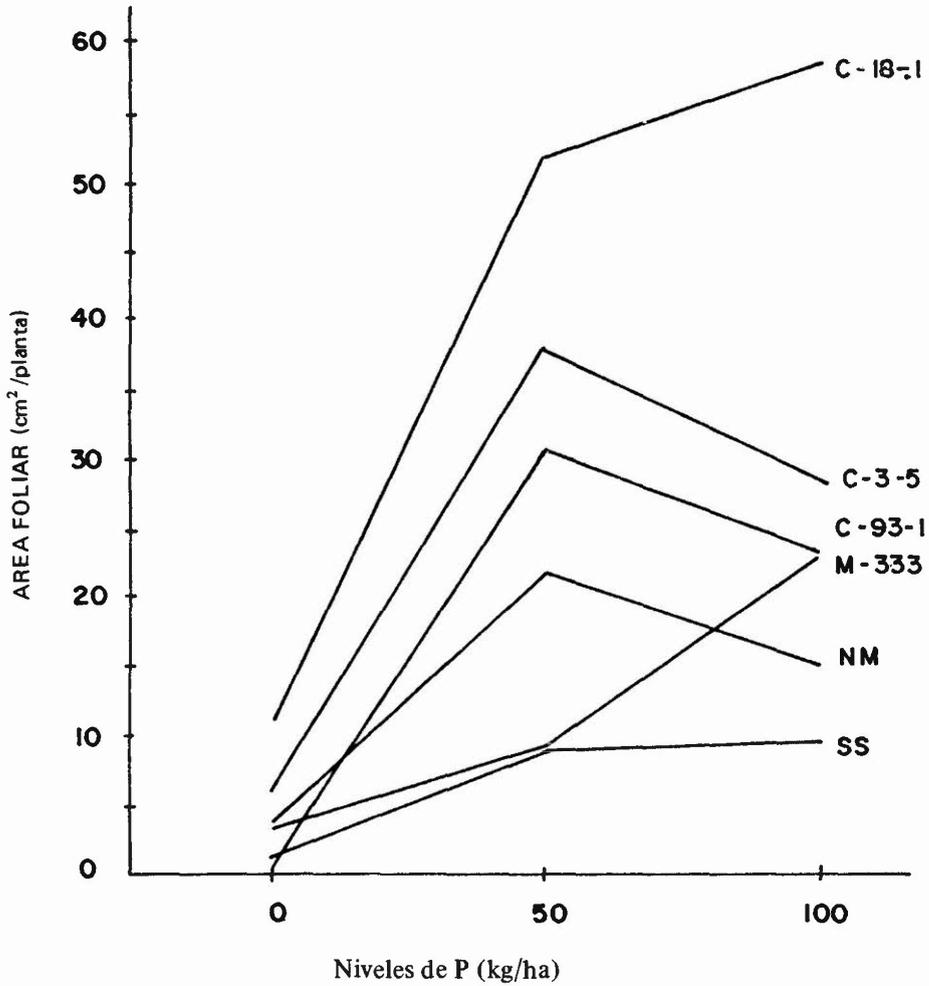


Fig. 4. Efecto de la aplicación de fósforo sobre la producción de área foliar (Ensayo 3)

3.5. Ensayo 4.

Los análisis de varianza indicaron diferencias significativas, en la prueba de F tanto para el efecto de los tratamientos de inoculación y aplicación de P como para la interacción entre las dos variables.

El área foliar fue mayor en plantas que crecieron inoculadas con M-333 y NM. NM presentó buena producción de área foliar debido a que la mayoría de los potes se contaminaron con hongos MVA. Algunos tratamientos de inoculación no presentaron diferencias significativas con respecto al testigo SS. Tal comportamiento se debió a las condiciones de baja fertilidad de este suelo. El grado por el cual las plantas se benefician de la asociación dependen de sus requerimientos de P y de la habilidad de las especies de hongos micorrícicos para alimentarse de las reservas del fósforo disponible del suelo.

Hubo un incremento significativo del área foliar entre el nivel 0 y las otras aplicaciones; respuesta esperada ya que el contenido de P en el suelo era muy bajo e insuficiente para suplir los mínimos requerimientos nutricionales de la planta. Las mejores respuestas se encontraron con la aplicación de 100 kg de P/ha.

En general, todos los tratamientos de inoculación incrementaron notablemente el área foliar cuando se aplicó P (Fig. 5). M-333 fue mejor cuando se aplicaron 50 kg de P/ha y con 100 kg/ha aumentó levemente. Los tratamientos C-18-1 y NM presentaron mejor efecto sobre las plantas con niveles de 100 kg de P/ha.

3.5. Efecto suelo.

La mayoría de los tratamientos de inoculación mostraron mejores respuestas en el suelo negro que en el rojo, por las diferencias de fertilidad de los suelos. Solo NM y M-333 presentaron un efecto contrario: en NM debido a la contaminación se presentó infección por micorriza y en M-333 debido a la especificidad de este tratamiento de inoculación, ya que procede de estas condiciones de suelo.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. El lulo es una especie micotrófica facultativa, es decir que con adecuados niveles de P asimilable puede desarrollarse sin la presencia de hongos MVA, pero con bajos niveles de P su desarrollo depende de la asociación micorrícica.

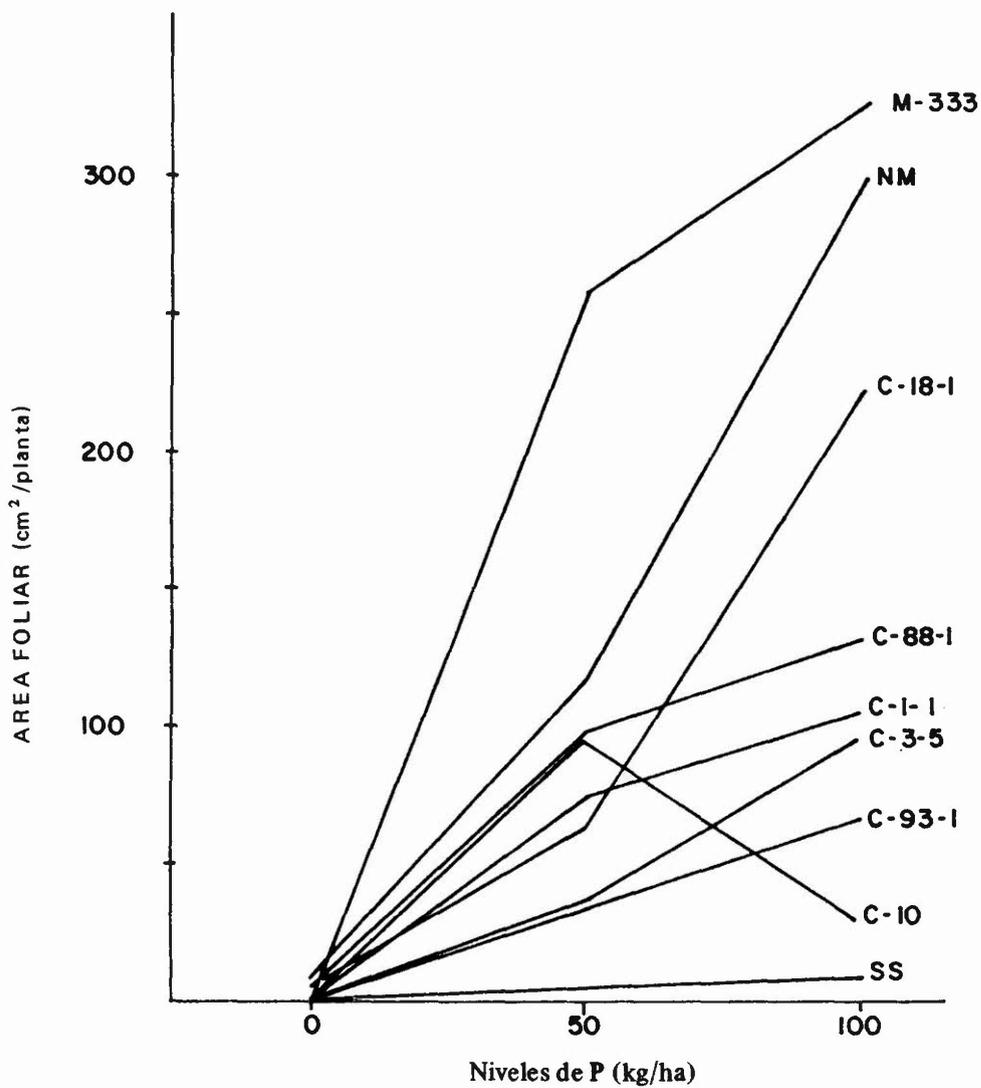


Fig. 5. Efecto de la aplicación de fósforo sobre la producción de área foliar (Ensayo 4).

- 4.2. La efectividad de los hongos MVA en lulo, está condicionada por la especie, la procedencia de la cepa, las condiciones del suelo especialmente el contenido de P asimilable y los factores climáticos.
- 4.3. El mayor desarrollo que exhibió el lulo en la localidad más cálida, sugiere la necesidad de ensayar el cultivo en altitudes más bajas que las acostumbradas.

5. BIBLIOGRAFIA

1. BAYLIS, G. T. S. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: SANDERS, F. E.; MOSSE, B.; TINKER, P. B. (ed). Endomycorrhizas. New York, Academic Press, 1975. pp 373 -389.
2. CRUSH, J. R. The effect of **Rhizophagus tenuis** mycorrhizas on rye grass cick-foot and sweet vernal. New Phytologist. v. 72, p. 965-973. 1973.
3. HARLEY, J. L.; SMITH, S. E. Mycorrhizal symbiosis. New York, Academic Press, 1983. 116 p.
4. MOSSE, B. Plant growth reponses to vesicular-arbuscular mycorrhiza IV. In soil given additional phosphate. New Phytologist v. 73, p. 127-136. 1973.
5. SIEVERDING, E. Manual de métodos para la investigación de la micorriza vesículo-arbúscular en el laboratorio. Cali, CIAT, 1983.