

Efecto de la micorrización en plantas de vivero de palto y cítricos bajo diferentes dosis de fertilización.

Autor: Cristián Marcelo Aravena Herrera

Profesor Guía: Eduardo Salgado V.

Resumen

En la actualidad, en Chile existe un gran número de viveros destinados a la propagación de diferentes especies leñosas. Dentro de éstas, encontramos a los paltos y cítricos, los cuales ocupan una importante superficie de plantación en nuestra región, lo que se traduce en una constante demanda de plantas, ya sea para labores de replante o ampliar la superficie actualmente plantada. Lamentablemente, por una necesidad de esterilizar el sustrato utilizado en los viveros se ha incurrido en prácticas tales como: bromuración o la vaporización, las que eliminan a los microorganismos pertenecientes a la micro flora del suelo perdiendo éste los beneficios que pudiese otorgar. Una alternativa para mitigar este problema es la incorporación de hongos formadores de micorrizas, los cuales están presentes en casi el 100% de los suelos del mundo. Uno de los mayores beneficios sería el de incrementar la absorción de nutrientes al aumentar el volumen de suelo explorado.

En la Estación Experimental de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Quillota, V Región), se llevaron a cabo 6 ensayos tendientes a evaluar la micorrización en plantas de cítricos (*Citrus macrophylla* y *Citrangecarrizo*) y paltos Mexícola (*Persea americana* Mill.) con cepas de hongos nativas (*Glomus sp.* y *Glomus cf. claroideum*) e introducida (*Glomus intraradices* Schenk & Smith.), adicionalmente, se evaluó una cepa comercial de micorriza llamada Mikro Vam

Junto con la inoculación de diferentes cepas se probó el efecto de la fertilización, utilizando el fertilizante de entrega lenta Osmocote Plus (15-9-12) en tres dosis de aplicación. Los ensayos se establecieron en fechas disímiles, debido principalmente a la espera de el mejor momento de inoculación en función de la especie arbórea utilizada.

Luego de 5 meses de evaluación, no se encontró efecto en el crecimiento de las plantas, expresado éste en las variables Altura de las plantas, Diámetro del Tallo, Materia seca Radicular y Aérea tanto para paltos como para cítricos. Tampoco se produjo una injerencia mayor en la aplicación del fertilizante, debido, posiblemente, a que el sustrato presentaba una alta cantidad de fósforo, potasio y materia orgánica.

Por medio de la tinción de raíces, se comprobó que todas las cepas de hongos evaluadas son capaces de penetrar las raíces de palto y de cítricos, permitiendo de esta manera una colonización exitosa. Las cepas nativas *Glomus cf. claroideum* y *Glomus sp* se comportaron de igual o mejor manera que la cepa introducida *Glomus intraradices* Schenk & Smith.

De acuerdo a estos resultados, es posible la aplicación de micorrizas en plantas de palto y cítricos, teniendo presente que será necesario un tiempo mayor de evaluación para observar diferencias en el crecimiento de las plantas, además de determinar la cantidad de fósforo soluble presente en el sustrato a utilizar.

ÍNDICE DE MATERIAS

	pags.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Aspectos generales de las Micorrizas Arbusculares	5
2.2. Morfología y desarrollo de la Simbiosis Ma	6
2.3. Beneficios de las Micorrizas en la nutrición de las plantas	8
2.4. Áreas de aplicación de Ma	9
2.5. Endomicorrizas en palto y su uso en la propagación en vivero	10
2.6. Endomicorrizas en cítricos y su uso en la propagación en vivero	11
2.7. Clasificación taxonómica de los hongos MA a evaluar	11
2.7.1. <i>Glomus Intraradices</i> Schenk & Smith	11
2.7.1.1 Esporas	12
2.7.1.2 Hifas	13
2.7.1.3 Germinación	13
2.7.1.4 Estructuras Micorríticas	13
2.7.2. <i>Glomus Cf. Claroideum</i>	14
2.7.2.1 Esporas	14
2.7.2.2 Hifas	15
2.7.2.3 Germinación	15
2.7.2.4 Estructura Micorríticas	15
2.8 Propagación del palto	16
2.8.1 Obtención de la semilla	16

2.8.2 Siembra	16
2.9 Propagación de Cítricos	17
2.9.1 Obtención de semillas	17
2.9.2 Siembra	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Ubicación de los ensayos	19
3.2. Ensayos	19
3.3. Inóculo	22
3.4 Fertilizante	23
3.5. Disposición de los tratamientos	24
3.5.1 Ensayo 1. Micorrización del portainjerto <i>Citrus macrophylla</i> con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización	24
3.5.2 Ensayo 2. Micorrización del portainjerto <i>Citrango carrizo</i> con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización	26
3.5.3 Ensayo 3. Micorrización del portainjerto <i>Citrus macrophylla</i> con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización	26
3.5.4 Ensayo 4. Micorrización del portainjerto <i>Citrango carrizo</i> con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización	27
3.5.5 Ensayo 5. Micorrización del portainjerto Mexícola (<i>Persea americana</i> Mill) con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización	29
3.5.6 Ensayo 6. Micorrización del portainjerto Mexícola (<i>Persea americana</i> Mill) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización	29
3.6. Variables evaluadas	31
3.7. Modelo estadístico	33
4.PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
4.1 Cítricos	35
4.1.1 Altura de las plantas	35
4.1.2 Diámetro de las plantas	36
4.1.3 Materia seca radicular	36

4.1.4 Materia seca aérea	38
4.1.5 Colonización Micorrítica	43
4.1.6 Número de esporas en 100 gramos de suelo seco	46
4.2 Paltos	48
4.2.1 Altura de las plantas	48
4.2.2 Diámetro de las plantas	49
4.2.3 Materia seca radicular	49
4.2.4 Materia seca aérea	51
4.2.5 Colonización Micorrítica	52
4.2.6 Esporas en 100 gramos de suelo seco	54
5. CONCLUSIONES	59
6. RESUMEN	60
7. LITERATURA CITADA	61

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, especies como paltos y cítricos han aumentado su importancia en la fruticultura nacional.

En efecto, debido principalmente a los resultados que éstas han experimentado con relación a precios y mercados a los cuales llegan, es que se ha producido un aumento en su superficie de plantación.

A modo de ejemplo, se puede señalar que la superficie de paltos ha aumentado un 177% desde el año 1990 al 2000, según las últimas cifras entregadas por ODEPA (2003).

Por otra parte, la superficie de cítricos también se ha incrementado en la última década. Según estimaciones de ODEPA al año 2000, se ha producido un aumento de un 25% en la superficie de naranjos y un 22% en limoneros lo que demuestra el interés que existe por cultivarlos.

Asimismo, el cultivo de frutales de hoja persistente representa, tanto una oportunidad para grandes agricultores y empresas exportadoras que buscan diversificar sus carteras de negocios, como para pequeños agricultores que han visto en ellos la posibilidad de generar ingresos en superficies reducidas y con bajos costos de producción en relación a otros frutales (GARDIAZABAL *et al.*, 2000).

Por otro lado, la tendencia en la actualidad es a incorporar nueva tecnología, tendiente a disminuir el uso de agroquímicos a fin de obtener productos más sanos y, a la vez, abrir mercados más exigentes.

Es en esta línea en la cual las micorrizas cobran una gran importancia, ya que se ha demostrado que su utilización acarrea una serie de beneficios, tanto para la planta, como también al productor.

La importancia de las micorrizas arbusculares en la nutrición vegetal y el correcto crecimiento de las plantas hace que tengan un gran potencial en la producción agraria, favoreciendo el desarrollo de los cultivos y reduciendo el insumo de pesticidas y fertilizantes (MENGE *et al.*, citado por CALVET *et al.*, 1996).

Los mismos autores señalan que las plantas micorrizadas toleran mejor condiciones de estrés fisiológico, como el trasplante, ciclos de sequía, salinidad excesiva o suelos deficientes en nutrientes.

FRANCL (1993) citado por HERNANDEZ DORREGO (2000), señala que este tipo de micorriza arbuscular se encuentra en condiciones naturales en la mayoría de los cultivos tropicales y subtropicales de interés agronómico y está presente en la mayoría de las Angiospermas; siendo las familias *Chenopodiaceae* y *Cruciferae*, las excepciones de mayor importancia.

La principal dificultad para que se produzca una adecuada colonización micorrícica , radica en que los hongos formadores de micorrizas arbusculares poseen una baja especificidad por la planta hospedera, a pesar de lo cual, se han observado diferencias en la efectividad de la simbiosis entre los distintos aislados y su adaptación a diversas condiciones edáficas (CAMPRUBI *et al.*, 2000).

En efecto, el acierto de la combinación planta/hongo más adecuada se traduce en la obtención del máximo beneficio (CAMPRUBI *et al.*, 2000).

AGUSTÍ (2000), señala que los patrones de cítricos difieren sensiblemente en la dependencia de los hongos formadores de micorriza arbuscular. Ésta diferencia es determinada por la capacidad de absorción de fósforo, su densidad radicular y la capacidad de transporte de agua.

Por otro lado, se encuentra la importancia que adquieren los viveros en este proceso, ya que son ellos los encargados de producir las plantas que serán utilizadas en las futuras plantaciones, además, es en esta etapa, en donde las micorrizas debiesen ser inoculadas para obtener los mejores resultados.

Debido a lo anterior, se hace necesario la investigación respecto a la utilización de hongos formadores de micorriza arbuscular, asimismo, es importante la determinación del hongo más idóneo de acuerdo a la especie a estudiar, todo esto con el fin de poder llegar a la obtención de una planta que presente ciertas características que le permita adaptarse de mejor manera a las condiciones al momento de su transplante a terreno definitivo con una disminución en la aplicación de fertilizantes inorgánicos.

Objetivo General:

Evaluar el efecto de la micorrización en los portainjertos *Citrus macrophylla*, *Citrange carrizo* y Mexícola (*Persea americana* Mill) bajo tres dosis de fertilización.

Objetivos específicos:

- Determinar si las cepas de hongos a evaluar, son capaces de formar micorrizas en los portainjertos *Citrus macrophylla*, *Citrange carrizo* y Mexícola (*Persea americana* Mill).
- Determinar si existe efecto de las cepas inoculadas de micorrizas arbusculares en las tasas de crecimiento de los portainjertos *Citrus macrophylla*, *Citrange carrizo* y Mexícola (*Persea americana* Mill).
- Determinar el efecto de diferentes dosis de fertilizante combinadas con distintas cepas de hongos en el crecimiento de plantas de palto y cítricos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos generales de las micorrizas arbusculares (MA).

Se conoce con el nombre de micorriza a la asociación mutualista establecida entre las raíces de la mayoría de las plantas (tanto cultivadas como silvestres) y ciertos hongos del suelo. Se trata de una simbiosis prácticamente universal, no sólo porque casi todas las especies vegetales son susceptibles de ser micorrizadas, sino también porque pueden estar presente en la mayoría de los hábitats naturales (HERNANDEZ DORREGO, 2000).

El mutualismo supone una relación beneficiosa para los dos organismos implicados, y tanto el hongo como la planta se ven favorecidos por la asociación: el hongo coloniza la raíz de la planta y le proporciona nutrientes minerales y agua, que extrae del suelo por medio de su red externa de hifas, mientras que la planta suministra al hongo sustratos energéticos y carbohidratos que elabora a través de la fotosíntesis (HERNANDEZ DORREGO, 2000).

Basado en criterios estructurales, funcionales y taxonómicos, se han establecido y clasificado siete tipos de micorrizas, a saber: Ectomicorrizas, Endomicorrizas, Ectendomicorrizas, Arbutoides, Monotropoides, Ericoides y Orquidioides. En cuanto a las estructuras formadas, al tipo de colonización y a la cantidad de especies vegetales y fúngicas implicadas, se puede decir que las micorrizas arbusculares son las de mayor importancia y las que más ampliamente se encuentran distribuidas (tanto a nivel geográfico como dentro del Reino Vegetal) (HERNANDEZ DORREGO, 2000).

Los hongos formadores de micorrizas pertenecen a la clase Zigomicetes y se caracterizan porque producen, a lo largo de su ciclo de vida, unas estructuras

conocidas como arbuscúlos (en todos los casos) y vesículas (en la mayoría de ellos). Las vesículas son estructuras globosas e irregulares que actúan como órganos de reserva de lípidos. Los arbuscúlos son las estructuras responsables de la transferencia bidireccional de nutrientes entre los simbiosntes, realizada en la interfase planta-hongo producida a este nivel (FRANCL, 1993 citado por HERNANDEZ DORREGO, 2000).

2.2 Desarrollo y Morfología de la simbiosis MA.

La colonización del hongo se extiende por la epidermis y el parénquima cortical, nunca penetra en la endodermis ni en los tejidos vasculares y meristemáticos, estableciendo una marcada diferencia con las infecciones radicales de hongos patógenos que sí penetran en los haces conductores y meristemas (HERNANDEZ DORREGO, 2000).

Las hifas penetran las células epidermales de raíces jóvenes detrás de la región meristemática. La penetración de pelos radicales es común en algunas especies de huésped. Luego, la hifa puede crecer por completo intracelularmente o ser, principalmente, intercelular; lo cual podría depender de la especie hospedera (GERDEMANN, 1968).

Después de la penetración, comienza la colonización del tejido parenquimático de la raíz y en este tejido se forman los arbuscúlos, producidos por una ramificación masiva de la hifa después de penetrar la pared celular (HERNANDEZ DORREGO, 2000).

Con relación a los arbuscúlos, GERDEMANN (1968) indica que estos pueden ser un tipo de haustorio y son generalmente terminales, aunque en algunos huéspedes se forman lateralmente en hifas.

Ciertos cambios tienen lugar en el contenido de células en el que se forma el arbusculo. El almidón desaparece y los núcleos se agrandan considerablemente. El núcleo puede volverse más de dos veces su tamaño normal en algunos huéspedes y también puede dividirse (GERDEMANN, 1968).

WILCOX (1996), citado por HERNANDEZ (2001), señala que el arbusculo muestra un comparable aumento de la actividad metabólica. El citoplasma contiene numerosos núcleos, mitocondrias, partículas de glicógeno, glóbulos de lípidos, abundantes cuerpos polivesiculares y numerosas vacuolas conteniendo gránulos densos de electrones.

La hifa ramificada se encuentra rodeada por la membrana plasmática de las células del parénquima cortical, siendo el espacio apoplástico producido entre la membrana plasmática y el hongo la zona de intercambio de nutrientes (HERNANDEZ DORREGO, 2000).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares producen, normalmente, esporas a partir del micelio externo y micelio interno. En el caso de éste último, la formación de esporas se produce en el interior de la raíz (HERNANDEZ DORREGO, 2000).

La penetración del hongo en las capas más periféricas de la raíz es mayormente intercelular y más rápida en aquellas raíces con espacios intercelulares interconectados. En raíces sin estos canales, las hifas se esparcen intracelularmente y más lentamente, produciendo una preponderancia de hifas enrolladas en las células más corticales. En muchas plantas herbáceas perennes, la corteza periférica posee una exodermis con bandas de Caspari y lamelas suberizadas. La exodermis es comúnmente dimórfica, compuesta por largas células suberizadas alternadas y células cortas no suberizadas a través de las cuales el hongo penetra a la corteza más profunda (WILCOX 1996, citado por HERNANDEZ, 2001)

2.3 Beneficios de las micorrizas en la nutrición de las plantas.

El efecto más importante que producen las MA en las plantas es un incremento en la absorción de nutrientes minerales del suelo, que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las mismas (HERNANDEZ DORREGO, 2000).

La expansión del micelio externo del hongo por el suelo rizosférico es la causa principal del aumento de la absorción, ya que permite captar más allá de la zona de agotamiento que se crea alrededor de las raíces, esto significa que se produce una expansión de la superficie de absorción del “sistema” radicular (SANDERS Y TINKER, 1973 citado por HERNANDEZ DORREGO, 2000; JAKOBSEN, 1992).

Los hongos formadores de MA ayudan a la captación de elementos minerales del suelo mediante dos mecanismos: uno puramente físico, el micelio del hongo es capaz de extenderse y explorar mayor superficie de suelo; iones como el fosfato, el amonio, el zinc o el cobre, son transportados más rápidamente a través de las hifas del hongo que por difusión a través del suelo. El segundo es un mecanismo bioquímico que incrementa la afinidad de la raíz micorrizada por el fosfato soluble de manera que las raíces captan fosfato a partir de concentraciones más bajas en el suelo (CAMPRUBÍ, *et al*, 2000).

En forma generalizada, se considera que las micorrizas tienen posibilidades de mejorar el crecimiento de sus hospederos en suelos donde el estado nutrimental es bajo. El efecto de la micorriza y el establecimiento en el sistema radical, son afectados por el estado nutrimental del suelo (GIANINAZZI-PEARSON Y GIANINAZZI, 1981).

La necesidad de añadir fertilizantes no se elimina inoculando las plantas con hongos formadores de MA, ya que las micorrizas no producen fósforo ni otros nutrientes, pero sí permiten optimizar el rendimiento del fertilizante, reduciendo de esta manera su aporte (CAMPRUBÍ *et al.*, 2000).

Existen otros efectos producidos por la micorriza arbuscular entre los que destacan un aumento de la resistencia de la planta al estrés hídrico y a la salinidad, un aumento de la resistencia y/o tolerancia a determinados patógenos del suelo, un incremento de la supervivencia al transplante y un incremento en la fijación del nitrógeno en leguminosas (CAMPRUBÍ *et al.*, 2000; GERDEMAN, 1968).

LINDERMAN (1993) señala que las micorrizas originan cambios en los exudados radicales, los cuales alteran la descomposición por microorganismos en la rizósfera del suelo. La microbiota del suelo puede afectar la formación y función de las micorrizas, así mismo, las combinaciones de los agentes de biocontrol y los hongos micorrícicos pueden incrementar el control biológico contra patógenos del suelo.

2.4. Áreas de aplicación de MA

Un gran número de especies vegetales depende de las micorrizas para alcanzar un desarrollo normal, pero para que ocurra la asociación y sus beneficios, se hace imperativo que el propágulo infectivo del hongo se encuentre disponible para la planta en cantidades que permitan la colonización de las raíces (CAMPRUBÍ, *et al.*, 2000).

Es importante determinar la existencia de asociaciones micorrízicas en zonas de cultivo. De estar presentes, se hace necesario cuantificarlas para determinar su potencial y de esta manera, preservarlas (BAREA, 1988).

La micorrización temprana del material vegetal confiere un beneficio inicial a las plantas micorrizadas en cuanto a supervivencia al transplante y establecimiento en plantación (CAMPRUBÍ, *et al.*, 2000). Los efectos beneficiosos de la introducción artificial de inóculo micorrízico resultan más evidentes en suelos donde las poblaciones de hongos MA nativos no existen, o han sido eliminadas por empleo de prácticas agrícolas desfavorables para su desarrollo como la fumigación del suelo y el cultivo intensivo (SIEVERDING, 1991 citado por HERNÁNDEZ DORREGO, 2000).

CAMPRUBÍ, *et al.*, (2000) señalan que el uso de portainjertos de frutales micorrizados con un hongo previamente seleccionado, puede representar una ventaja que permita el replante con garantías de supervivencia y desarrollo del árbol en fase inicial cuando éste es más vulnerable.

Los beneficios económicos se derivan de una mayor y más uniforme producción, una mayor rapidez de crecimiento y entrada en producción de las plantas, una mejor calidad de la cosecha y un ahorro en fertilizantes, riego y productos fitosanitarios (HERNÁNDEZ DORREGO, 2000).

2.5. Endomicorizas en palto y su uso en la propagación en vivero

En vivero se han tenido los mayores efectos en la implementación de la micorriza como técnica de aplicación en la propagación de algunos frutales, los cuales en el caso del palto son apoyados por algunas experiencias (GODINEZ *et al.*, 1986; MENGE *et al.*, 1980).

En un experimento con paltos llevado a cabo por MENGE *et al.* (1977), citado por HERNANDEZ (2001), realizado en un sustrato inerte, se concluyó que plantas de paltos micorrizadas crecen más rápido y son significativamente más grandes que las

plantas no micorrizadas después de 105 días de la inoculación. A los 129 días de la inoculación, las plantas micorrizadas son 30% más grandes que los paltos no micorrizados y la diferencia entre las plantas micorrizadas y las plantas no micorrizadas continuó aumentándose con el tiempo. Después de 185 días, la parte aérea de los paltos micorrizados es 83% mayor en peso seco, 123% mayor en las raíces y 258% más alta que los no micorrizados.

2.6. Endomicorrizas en cítricos y su uso en la propagación en vivero.

AGUSTÍ (2000) señala que la selección de patrones representa, en la actualidad, un aspecto de la máxima importancia en citricultura. De la elección del patrón depende críticamente el éxito de la plantación, ya que éste aporta a la planta el sistema radicular.

Son muchos los hongos micorrícicos asociados a las raíces de los cítricos, pero el más abundante es el género *Glomus*; en España se ha demostrado que es la especie *Glomus intraradices* Schenk & Smith es la que aparece con más frecuencia (AGUSTÍ, 2000; CAMPRUBI Y CALVET, 1996).

Los patrones difieren sensiblemente en su dependencia de estos hongos. Ello depende de su capacidad de absorción de fósforo, de su densidad radicular y de su capacidad de transporte de agua (AGUSTÍ, 2000).

2.7. Clasificación taxonómica de los hongos MA a evaluar.

2.7.1. *Glomus intraradices* Schenck & Smith

Glomus intraradices Schenck & Smith pertenece al orden Glomales, al suborden Glominae, a la familia Glomaceae, al género *Glomus* Tulasne & Tulasne y a la especie *Glomus intraradices* Schenck & Smith (INVAM, 2003).

2.7.1.1.Esporas

Las esporas son de color blanco cremoso a amarillo cafezoso, a veces, con tintes verdes. La forma es globosa a subglobosa, irregular y elíptica. Los tamaños van desde 40 a 140 μm (INVAM, 2003).

De acuerdo a lo señalado por INVAM (2003), la espora posee una pared compuesta por tres capas (L1, L2 y L3), donde solamente L1 está presente en las esporas juveniles y sigue hacia las hifas. L2 y L3, luego, se forman secuencialmente, tanto en las esporas como en las hifas.

- L1: Es la capa más externa, hialina, mucilaginosa, de 0,6 a 3,2 μm de grosor. Con el tiempo, esta capa casi siempre se degrada y descompone naturalmente por acción de los microorganismos, después de lo cual aparecen gránulos que se acumulan en restos.
- L2: Está adherida a la capa mucilaginosa externa, hialina, de 1,5 a 4,9 μm de grosor en esporas intactas. Con el tiempo, esta capa se degrada junto con L1 y también adquiere una apariencia granular. Esporas maduras comúnmente carecen de L1 y L2 o ellas están presentes juntas como parches.
- L3: Capa que posee el color blanco cremoso y algunas subcapas que pueden permanecer unidas o separadas cuando se aplica presión. El grado de separación entre las subcapas varía considerablemente entre esporas y siempre es afectado por la edad y grado de parasitismo. En esporas juveniles, la subcapa es de 0,5 a 1

μm de espesor y va engrosando con la formación de otras subcapas. El grosor varía entre 3.2 a 12 μm en esporas maduras. Esta capa se forma simultáneamente en la pared de las hifas.

2.7.1.2.Hifas

Las hifas son de forma cilíndrica ligeramente achatadas. Poseen un ancho de 11 a 18 μm , y su pared es de 3,2 a 6,4 μm de ancho (INVAM, 2003).

INVAM (2003) señala que la pared de la hifa está compuesta por 3 capas (L1, L2 y L3) que son continuas con las tres capas de las esporas. Las dos capas más externas son las únicas presentes en las etapas tempranas de formación de esporas; ambas son delgadas y se degradan con la maduración de la espora. Las subcapas de L3 también se pueden separar a lo largo de la hifa, aunque en menos ocasiones.

2.7.1.3 Germinación

Un tubo germinativo emerge desde el lumen de la hifa. Este parece nacer desde la subcapa más interna de L3. Algunos especímenes muestran un tubo germinativo naciente desde terminales rotos de fragmentos de hifas. Este comportamiento podría relacionarse por la alta infectividad de los fragmentos de hifas en esta especie (INVAM, 2003).

2.7.1.4 Estructuras micorríticas

Numerosas vesículas (o esporas) a menudo forman puntos de entrada cercanos a lo largo de la red de arbusculos e hifas. Es incierto cómo las vesículas intraradicales son capaces de diferenciarse en esporas, debido a que ello puede co-ocurrir en las raíces (INVAM, 2003).

La colonización arbuscular llega al máximo, más temprano que otros hongos de *Glomus*; junto con raíces viejas, a menudo, se encuentra una extensiva red de hifas (sin arbusculos) y numerosas esporas intraradicales. Estas esporas tienden a agruparse y formar densos racimos. Esta propiedad ha llevado a muchos micorrizólogos a confundir esta especie con *Glomus fasciculatum* (INVAM, 2003).

2.7.2 *Glomus cf. claroideum*

Glomus claroideum pertenece al orden Glomales, al suborden Glominae, a la familia Glomaceae, al género *Glomus* Tulasne & Tulasne y a la especie *Glomus claroideum* (INVAM, 2003).

2.7.2.1 Esporas

Las esporas son de color crema a amarillo suave, de forma globosa a semiglobosa. Los tamaños fluctúan entre 80 a 160 μm (INVAM, 2003).

De acuerdo a lo señalado por INVAM (2003), la espora posee una pared compuesta por cuatro capas (L1, L2, L3 y L4), dos de las cuales están presentes sólo en las esporas juveniles (L1 y L2), las que a su vez continúan hacia las hifas. L3 es la próxima a desarrollarse, tanto en la hifa como en la espora, lo que le otorga más espesor a la pared. Por su parte, L4 es la última en formarse como parte de la pared de la hifa y solamente en la base de la espora.

- L1: Capa mucilaginosa hialina de 0,6 a 1,8 μm en esporas jóvenes, de color rosado a rosado oscuro. Es difícil distinguir de L2 ya que se encuentran fuertemente adheridas. Posee aspecto granular cuando se descompone y generalmente se muda completamente en esporas maduras junto con L2

- L2: Es hialina. Se forma en las esporas juveniles junto a L1. Mide de 0,6 a 2 μm de espesor degradándose junto a L1.
- L3: Es una capa delgada y firmemente adherida. Son de color amarillo pálido de 2,8 a 6,2 μm de espesor.
- L4: Es una capa extremadamente fina (menor a 0,5 μm), produciéndose pliegues cuando es muy delgada. Su aspecto se asemeja al de una membrana germinal. En algunas esporas se rompe totalmente al momento de germinar.

2.7.2.2 Hifas

Son de forma cilíndrica de 6 a 8 μm de espesor. Está compuesta por tres capas (L1, L2 y L3), que son continuas con las tres capas de las esporas. L1 y L2 generalmente se encuentran ausentes de la superficie de esporas maduras. En muchas esporas, la pared de la hifa es tan frágil, que al desprenderse de la espora no puede ser vista. L4 no se extiende más allá del tabique. (INVAM, 2003).

2.7.2.3 Germinación

Un tubo germinativo emerge desde el lumen de la hifa. Algunos especímenes muestran un tubo germinativo naciente a través de la pared de la espora (INVAM, 2003).

2.7.2.4 Estructura micorrítica

INVAM, (2003), señala que el desarrollo de las esporas es desigual y esporádico, raramente abundantes en cualquier unidad particular de la infección. Muchas

micorrizas dan origen a pocas o ninguna espora. La ocurrencia o abundancia de esporas puede ser tanto una expresión ambiental como genética.

2.8. Propagación del palto

2.8.1 Obtención de la semilla

CASTRO (1990) señala que las semillas deben obtenerse de árboles sanos y vigorosos, que no hayan caído al suelo donde podrían infectarse con hongos como *Phytophthora cinnamomi*, y que hayan alcanzado su madurez fisiológica.

Lo más común en Chile es usar semillas de hijos de Mexícola, porque dan cierto vigor y uniformidad en vivero. La obtención de frutos de esta variedad se realiza entre los meses de Abril y Mayo (CASTRO, 1990).

Una vez removidas las semillas de los frutos, éstas pueden almacenarse en un lugar fresco y seco por dos a tres semanas (CASTRO, 1990).

2.8.2 Siembra

Previo a la siembra se debe realizar un preacondicionamiento a las semillas, ya que éstas contienen inhibidores bioquímicos en la testa y barreras mecánicas dado por el tamaño de los cotiledones, factores que dificultan la germinación (CASTRO, 1990).

En la actualidad, en los viveros comerciales se practica un pretratamiento a la siembra que involucra la remoción de la testa y cortes basal de 1 a 2 cm y apical de 0,5 cm (CASTRO, 1990).

La misma autora señala, que posterior al preacondicionamiento, las semillas se desinfectan con algún fungicida, para prevenir la caída de plántulas.

La siembra puede ser directa en contenedores, o bien, con semilla pregerminada (CASTRO, 1990).

2.9. Propagación de cítricos.

2.9.1 Obtención de semillas

Las semillas deben obtenerse de árboles sanos, vigorosos y que no presenten síntomas de gomosis. Lo ideal es cosechar la fruta en el momento en el cual se va a sembrar, ya que la fruta presenta una maduración acelerada, lo cual puede afectar a la semilla y, por consiguiente, se puede producir una disminución en su capacidad germinativa (CASTRO, 1996).

Una vez obtenidas las semillas y separadas de los restos de pulpa, se procede a realizar un tratamiento hidrotérmico a 52°C por diez minutos para prevenir problemas de *Phytophthora*. Luego, se seca sólo la superficie poniéndolas a la sombra; una vez secas, las semillas se desinfectan con algún fungicida, para evitar la caída de plantas en la almaciguera (CASTRO, 1996).

CASTRO (1996) señala que el número y tamaño de las semillas varía considerablemente entre los diferentes tipos de citrus. En promedio, el número de semillas por fruto es de 10 a 15 en *Troyer citrange* y de 25 a 30 en *Citrus macrophylla*.

2.9.2 Siembra

La siembra puede ser en:

- Almacigueras
- Contenedores
- *In vitro*

Cualquiera sea la técnica empleada, a las semillas se les elimina la testa, con esto se acelera y facilita la germinación, además evita en parte problemas de “cuello de cisne” (CASTRO, 1996).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del ensayo

Los ensayos se llevaron a cabo en la Estación Experimental “La Palma” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, en la Comuna y Provincia de Quillota, V Región. Esto corresponde a 32°50’ L.S. y 71°13’ L.O.

3.2. Ensayos

Se establecieron un total de seis ensayos, los cuales consistían en evaluar diferentes cepas de micorrizas en los portainjertos *Citrus macrophylla*, *Citrangue carrizo* y *Mexícola* (*Persea americana* Mill.) (dos para cada caso), bajo tres dosis de fertilización.

Las plántulas de cítricos se obtuvieron del vivero de la Estación Experimental de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. La semilla es certificada y de origen californiano.

A éstas se les desprendió la testa y de inmediato se colocaron en contenedores de polietileno flexible de 75 cc., llamados también “tubetes”, junto con una solución de Benlate más Captan en dosis de 100 y 80 g/100 l de agua respectivamente, para evitar pudriciones.

El sustrato utilizado en esta fase, previa esterilización a 100°C por 45 minutos, estuvo compuesto por tierra de hoja, arena y perlita en una proporción de 1/3 cada uno.

Las semillas del portainjerto *Citrus macrophylla* fueron sembradas el 23 de Abril de 2002, mientras que las de *Citrango carrizo*, fueron sembradas el 24 de Junio de 2002. Esta diferencia en la fecha de siembra, responde a la disponibilidad de semilla de un portainjerto y de otro al momento de iniciar los ensayos.

La selección de las plántulas utilizadas en los ensayos se realizó basándose en la uniformidad de altura. Una vez realizada la selección, se procedió al trasplante, el cual se realizó a bolsas perforadas de polietileno con volumen de 7 litros. El sustrato utilizado estaba compuesto por tierra de hoja, suelo vegetal (franco arcilloso) y arena gruesa de estero en proporción de 1/3 cada uno. Adicionalmente, se realizó un análisis de fertilidad para determinar el aporte de éste (ANEXO 1).

Por su parte, las semillas de palto fueron compradas a la Sociedad La Rosa Sofruco, localidad de Peumo, VI Región, correspondiendo éstas a la variedad Mexícola (*Persea americana* Mill). Las semillas fueron secadas y se les desprendió su testa para luego proceder al corte de los cotiledones en su parte superior. Finalmente, se sembraron en bolsas de polietileno de 1 l y ubicados en mesas de 8 m de largo, 1,2 m de ancho y 20 cm de alto. Durante el proceso germinativo, las mesas se cubrieron con polietileno blanco para aumentar la temperatura y humedad a fin de acelerar el proceso.

Las semillas del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) fueron sembradas el 05 de Junio de 2002. La selección de las plántulas utilizadas en los ensayos se realizó basándose en la uniformidad de altura. Luego de su selección, estas plántulas fueron transplantadas a bolsas perforadas de polietileno con capacidad de 7 litros. El sustrato utilizado estaba compuesto por tierra de hoja, suelo vegetal (franco arcilloso) y arena gruesa de estero en proporción de 1/3 cada uno.

Los ensayos se realizaron en invernaderos, uno para cítricos y otro para paltos, de 7,2 m de ancho por 30 m de largo y 4 m de altura, que contaban en la superficie con una cubierta de polipropileno permeable, que permitía el drenaje de las plantas.

El riego durante el desarrollo del ensayo se realizó utilizando una manguera con regadera, y la frecuencia de éste era de dos veces por semana.

En el Cuadro 1 se presenta la fecha de establecimiento de cada ensayo, el número de plántulas utilizadas y el portainjerto seleccionado.

CUADRO 1. Número de plantas utilizadas en cada ensayo, fecha de establecimiento y portainjerto utilizado en cada ensayo.

Ensayos	Establecimiento	N° Plántulas
<i>Citrus macrophylla</i> con tres cepas de hongos MA	09/08/2002	108
<i>Citrango carrizo</i> con tres cepas de hongos MA	09/08/2002	108
<i>Citrus macrophylla</i> con Mikro VAM®	13/09/2002	54
<i>Citrango carrizo</i> con Mikro VAM®	13/09/2002	54
<i>Mexícola (Persea americana Mill)</i> con tres cepas de hongos MA	20/08/2002	108
<i>Mexícola (Persea americana Mill)</i> con Mikro VAM®	30/09/2002	54

En todos los ensayos adicionalmente se trabajó con tres dosis de fertilización

3.3. Inóculo

El inóculo utilizado en tres de los ensayos fue producido en la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso a partir de una prospección de suelo realizada en 36 huertos de la V Región plantados con cítricos y paltos, abarcando las principales zonas edafoclimáticas donde están localizados estos cultivos: La Ligua - Cabildo, Quillota – La Cruz, Panquehue.

En cítricos el muestreo se realizó en huertos con los portainjertos *Citrus macrophylla* y *Citrango carrizo* y en palto se seleccionaron huertos de la variedad Hass implantados sobre Mexícola (*Persea americana* Mill).

Se seleccionaron aquellas muestras que presentaron la mayor cantidad de esporas y se multiplicaron.

De la selección realizada se pudieron obtener dos cepas nativas de hongos MA, a saber, *Glomus cf. claroideum* y *Glomus sp.* FURRAZOLA¹.

La cepa *Glomus intraradices* fue donada por el Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA) de Barcelona y reproducida en la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso.

Se utilizaron 150 g de inóculo por planta de las tres cepas anteriores. Las dosis aplicadas se consideraron más que suficientes para producir una infección micorrízica, de forma que la cantidad de inóculo no fuese, en ningún caso, un factor limitante para la infectividad del hongo ensayado.

¹ FURRAZOLA. E. Lic en Bio. MSc. 2002. Instituto de Ecología y Sistemática del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba. Comunicación personal.

La inoculación se realizó al momento del trasplante desde los “tubetes” al contenedor de 7 l en los ensayos 1 y 2. Antes de plantar se vació la arena en el hoyo de plantación dejando una capa uniforme del inóculo a una profundidad de 20 cm.

Adicionalmente, se utilizó una cepa comercial llamada Mikro- VAM®, la cual es un concentrado de micorriza *Glomus intraradices* Schenck & Smith, cuya unidad de comercialización son bolsas de 100 ml. El inóculo utilizado se encontraba en un sustrato compuesto de turba. El proceso de inoculación se realizó al momento del trasplante desde los “tubetes” al contenedor de 7 l en los ensayos 3 y 4. Para ello se depositó un gramo de inóculo por cada bolsa a tratar de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y a una profundidad de 20 cm.

Para los ensayos de paltos, el inóculo se ubicó en el hoyo de plantación, el cual se realizó con un sacabocados, a 30 cm de profundidad (Figura 1).

3.4 Fertilizante

El fertilizante utilizado para la realización de todos los ensayos fue Osmocote Plus®. El Osmocote pertenece a una línea de fertilizantes de liberación controlada. Se trata de gránulos fertilizantes N-P-K recubiertos por una resina polimérica de diferente grosor según cada tipo de Osmocote, donde la liberación de los nutrientes sólo depende de la temperatura del sustrato.

Su aplicación al sustrato se puede realizar de diferentes maneras:

- Aplicando sobre la superficie de un contenedor (gramos de producto según volumen del contenedor).
- Mezclando la dosis recomendada con el sustrato (gramos por metro cúbico).

- Incorporando la dosis recomendada dentro del contenedor mediante agujeros ubicados entre la planta y la pared del contenedor (gramos de producto según el tamaño del contenedor).

Osmocote Plus® posee una formulación N-P-K de 15-9-12, y la dosis utilizada fue la recomendada por el vivero de la Estación Experimental, 10 g por planta, divididos en 5 g al inicio de los ensayos y 5 g luego de la injertación (ANEXO 2) .

Es esta dosis de 5 g es la asumida como el 100%, siendo 2.5 g el 50% de la fertilización. La forma de aplicación fue aplicar sobre la superficie del contenedor de acuerdo a gramos según el volumen de éste.

3.5 Disposición de los tratamientos

3.5.1 Ensayo 1. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla*, con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización

Constó de 12 tratamientos los cuales se aprecian en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Tratamientos del Ensayo1. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Cepas inoculadas	Fertilización (%)		
	100	50	0
<i>Glomus intraradices</i>	T 1	T 2	T 3
<i>Glomus sp.</i>	T 4	T 5	T 6
<i>Glomus cf. claroideum</i>	T 7	T 8	T 9
Plantas sin inocular	T 10	T 11	T 12

Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completamente al azar.



FIGURA 1. Proceso de inoculación de micorrizas en el contenedor.

3.5.2 Ensayo 2. Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo*, con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

El ensayo estuvo compuesto por 12 tratamientos, los cuales se aprecian en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Tratamientos del Ensayo 2. Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo*, con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

	Fertilización (%)		
Cepas inoculadas	100	50	0
<i>Glomus intraradices</i>	T 1	T 2	T 3
<i>Glomus sp.</i>	T 4	T 5	T 6
<i>Glomus cf. claroideum</i>	T 7	T 8	T 9
Plantas sin inocular	T 10	T 11	T 12

Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completamente al azar.

3.5.3 Ensayo 3 .Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla*, con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización

El ensayo constó de 6 tratamientos los cuales se pueden observar en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Tratamientos del Ensayo 3. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla*, con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

	Fertilización (%)		
Cepas	100	50	0
Mikro VAM®	T 1	T 2	T 3
Plantas sin inocular	T 4	T 5	T 6

Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completamente al azar.

3.5.4 Ensayo 4. Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización

El ensayo constó de 6 tratamientos los cuales se distribuyeron en bloques completamente al azar.

En el Cuadro 5 se observan los tratamientos realizados.

CUADRO 5. Tratamientos del Ensayo 4. Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización

	Fertilización (%)		
Cepas	100	50	0
Mikro VAM®	T 1	T 2	T 3
Plantas sin inocular	T 4	T 5	T 6

Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completamente al azar.

La disposición de los ensayos de cítricos en el invernadero se aprecia en la Figura 2.



FIGURA 2. Disposición en terreno de los ensayos de cítricos.

3.5.5 Ensayo 5. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Constó de 12 tratamientos, los cuales se aprecian en el Cuadro 6.

CUADRO 6. Tratamientos del Ensayo 5. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Cepas inoculadas	Fertilización (%)		
	100	50	0
<i>Glomus intraradices</i>	T 1	T 2	T 3
<i>Glomus sp.</i>	T 4	T 5	T 6
<i>Glomus cf. claroideum</i>	T 7	T 8	T 9
Plantas sin inocular	T 10	T 11	T 12

Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completamente al azar (Figura 3).

3.5.6 Ensayo 6. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

El ensayo constó de 6 tratamientos los cuales se observan en el cuadro 7.



FIGURA 3. Disposición de plantas de paltos del Ensayo 5. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

CUADRO 7. Tratamientos Ensayo 6. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

	Fertilización (%)		
Cepas	100	50	0
Mikro VAM®	T 1	T 2	T 3
Plantas sin inocular	T 4	T 5	T 6

Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completamente al azar.

3.6 Variables evaluadas

- **Altura de plantas:** Se midió desde la base de la planta hasta el ápice de crecimiento, usando huincha de medir metálica marca “PyC” de tres metros de largo.
- **Diámetro del tallo:** Se midió a 3 cm sobre el cuello de la planta, siempre en el mismo punto, utilizando un pie de metro digital marca “Mitutoyo”.

Estas variables fueron evaluadas cada 15 días.

- **Peso seco de la parte aérea y raíces:** Para esta evaluación se tomó una muestra representativa de cada tratamiento. A las plantas se les separó su parte aérea y radicular. Una vez pesadas se ingresaron a la estufa por 48 horas a 65°C, luego de lo cual fueron nuevamente pesadas.
- **Colonización micorrítica:** de las plantas anteriormente seleccionadas, se tomó una muestra de raíces para proceder a su tinción, según el método de PHILLIPS Y HAYMAN (1970), el que consiste en tomar trozos de 1 cm de largo, los que

fueron depositados en tubos de ensayo para ser clarificados con KOH al 10% a 90°C por 30 minutos, luego se enjuagaron y se les agregó agua oxigenada, quedando sumergidas durante 2 minutos en el caso de los cítricos y 5 minutos en los paltos. Finalizado el tiempo se enjuagaron con agua y se les agregó HCL al 1N, permaneciendo durante 15 minutos a temperatura ambiente. Posteriormente, se enjuagaron y se procedió a colocarlas en azul de tripano durante 30 minutos a temperatura ambiente. Finalmente, se enjuagan y se mantienen en lactoglicerina hasta su análisis. Éste se realiza siguiendo el método “gridline intersect” o de intersección en placa cuadrículada (GIOVANNETTI Y MOSSE, 1980). Éste consiste en contabilizar las intersecciones o cruces de las raíces sobre las líneas de una cuadrícula grabada sobre la placa de Petri de vidrio que las contiene. Se anotan como positivas las intersecciones en las que la raíz contiene estructuras visibles del hongo MA en el punto de cruce (micelio, vesícula o agrupaciones de arbusculos). Como negativas son consideradas las que no muestran elementos fúngicos en su interior, siendo la raíz suficientemente traslúcida para poder detectarlos.

- Número de esporas en 100 g de suelo seco: para la determinación del número de esporas se siguió el método descrito por GERDEMAN Y NICOLSON (1963). Para ello se tomó una muestra representativa de 50 g de suelo, proveniente de las plantas anteriormente seleccionadas. Este suelo fue depositado en un jarro al cual se agregó agua y se procedió a su agitación. Luego de algunos minutos, el agua mezclada con el sustrato, fue vaciada en tamices de 425 μm , 106 μm y 53 μm . Lo que queda en el tamiz de menor diámetro es vaciado en tubos de centrifugación a los cuales se les agrega 20 cc de sacarosa y se centrifugan a 3000 rpm. Luego de 5 minutos, son sacados y se extrae la capa oleosa que queda y se lava en el tamiz de 53 μm , para luego ser depositados en una placa Doncaster y proceder al conteo de esporas bajo la lupa. Paralelamente, se toma una muestra de 10 g de suelo, se pesa y se seca en la estufa por 24 hr a 105°C. Luego de esto, se saca y se vuelve a

pesar para obtener el peso de suelo seco. Este valor se divide por 10 y se obtiene un factor, el cual al multiplicarlo por el número de esporas, entrega el número de esporas presentes en 100g de suelo seco.

Estas mediciones fueron realizadas al termino de los ensayos.

3.7 Modelo Estadístico

Los ensayos fueron conducidos por medio de un diseño multifactorial, el cual fue conducido en bloques completamente al azar, en donde los factores son:

Ensayos 1, 2 y 5

(1) cepas de micorrizas y (2) fertilización. El primer factor constó de 4 niveles: *Glomus intraradices* Schenck y Smith, *Glomus cf. Claroideum*, *Glomus sp.* y sin micorrizas (testigo), el segundo factor constó de 3 niveles: 100% de fertilización, 50% de fertilización, sin fertilización. Así se totalizan 12 tratamientos (4X3).

Ensayos 3, 4 y 6

(1) cepas de micorrizas y (2) fertilización. El primer factor constó con 2 niveles: Mikro-VAM®, sin micorrizas(testigo), el segundo factor constó de 3 niveles: 100% de fertilización, 50% de fertilización, sin fertilización. Así se totalizan 6 tratamientos (2X3).

La variable bloqueada fue la ubicación dentro del invernadero, y se contó con 9 repeticiones por tratamiento.

Mediante el análisis de varianza (ANDEVA) y el test de Fischer al 5 % de significancia se probó si hubo efecto o no de algún tratamiento.

En aquellas variables en las cuales no hubo efecto de la interacción, se realizó un Diseño Completamente al Azar para el factor que correspondiese (fertilización o cepa). Luego si se obtuvo efecto de algún tratamiento, se utilizó el Test de Tukey o HSD al 5% de significancia para comparar los resultados de los tratamientos.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las variables evaluadas: altura de las plantas, diámetro del tallo, materia seca aérea y radicular, colonización micorrítica y número de esporas en 100 g de suelo seco.

4.1 Cítricos

4.1.1 Altura de las plantas

En los ensayos con los portainjertos *Citrus Macrophylla* y *Citrango carrizo* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización y luego de 11 mediciones de altura de las plantas, las que se realizaron entre Agosto y Enero, no se observó efecto de la cepa utilizada, de la dosis de fertilización ni de la interacción entre los factores. El análisis estadístico se realizó tomando la diferencia entre la primera y la última medición. Las ANDEVAS correspondientes a estos ensayos se pueden apreciar en el Anexo 3.

Por otra parte, y luego de 9 mediciones de altura de las plantas, en los ensayos con los portainjertos *Citrus Macrophylla* y *Citrango carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización, tampoco se observó diferencia significativa entre la cepa utilizada, la dosis de fertilizante ni de la interacción entre los factores. El análisis estadístico se realizó tomando la diferencia entre la primera y la última medición. Las ANDEVAS correspondientes a estos ensayos se pueden apreciar en el Anexo 4.

Las curvas de crecimiento para la variable altura de las plantas, y para cada uno de los ensayos se observan en los Anexos 5,6,7 y 8 respectivamente.

Los promedios de altura obtenidos para todos los ensayos de cítricos se pueden apreciar en el Anexo 9.

4.1.2 Diámetro de las plantas

En los ensayos con los portainjertos *Citrus Macrophylla* y *Citrangé carrizo* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización y luego de 11 mediciones de diámetro de las plantas, las que se realizaron entre Agosto y Enero, no se observó efecto de la cepa utilizada, de la dosis de fertilización ni de la interacción entre los factores. El análisis estadístico se realizó tomando la diferencia entre la primera y la última medición.

Por otra parte, y luego de 9 mediciones de diámetro de las plantas, en los ensayos con los portainjertos *Citrus Macrophylla* y *Citrangé carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización, tampoco se observó diferencia significativa entre la cepa utilizada, la dosis de fertilizante ni de la interacción entre los factores. El análisis estadístico se realizó tomando la diferencia entre la primera y la última medición.

Las curvas de crecimiento de diámetro se observan en los Anexos 10, 11, 12 y 13.

En el Anexo 14 se presentan los valores medios obtenidos para cada tratamiento en todos los ensayos de cítricos para la variable diámetro del tallo.

4.1.3 Materia seca radicular

A las plantas se les extrajo el peso seco radicular al final del experimento.

Los resultados se analizaron estadísticamente y se concluyó que en los ensayos con los portainjertos *Citrus Macrophylla* y *Citrangé carrizo* con tres cepas de hongos MA

y tres dosis de fertilización no existió efecto de la cepa ni de la interacción de ésta con la dosis de fertilización, pero sí de la fertilización por sí sola, es debido a esto que se procedió a realizar un análisis según el Diseño Completamente al Azar para analizar este factor. Los resultados se presentan en los Cuadros 8 y 9.

CUADRO 8. Promedios de materia seca radicular de las plantas por tratamiento para el ensayo 1. Micorrización de plantas de *Citrus macrophylla* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Tratamientos	Medias (gr)
Plantas con 100% de fertilización	38,11 ab
Plantas con 50% de fertilización	43,01 b
Plantas sin fertilización	33,17 a

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

CUADRO 9. Promedios de materia seca radicular de las plantas por tratamiento para el ensayo 2. Micorrización de plantas de *Citrango carrizo* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Tratamientos	Medias (gr)
Plantas con 100% de fertilización	27,48 a
Plantas con 50% de fertilización	30,00 b
Plantas sin fertilización	28,87 ab

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

En el caso de los ensayos con los portainjertos *Citrus Macrophylla* y *Citrango carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización se concluyó que no existe efecto de la cepa de micorriza, de la fertilización ni de la interacción de ambas.

Las ANDEVAS correspondientes a estos ensayos se presentan en el Anexo 15.

En los Cuadros 10 y 11 se presentan las medias obtenidas para cada uno de los tratamientos evaluados en los ensayos con los portainjertos *Citrus Macrophylla* y *Citrango carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

CUADRO 10. Valores medios obtenidos para la variable materia seca radicular en el ensayo 3. Micorrización de plantas de *Citrus macrophylla* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Cepas	Fertilización		
	100%	50%	Sin fertilización
Mikro VAM®	32,74 n/s	27,12 n/s	28,68 n/s
Plantas sin inocular	26,52 n/s	26,87 n/s	33,05 n/s

n/s: no significativo.

CUADRO 11. Valores medios obtenidos para la variable materia seca radicular en el ensayo 4. Micorrización de plantas de *Citrango carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Cepas	Fertilización		
	100%	50%	Sin fertilización
Mikro VAM®	27,34 n/s	29,30 n/s	28,09 n/s
Plantas sin inocular	21,46 n/s	28,31 n/s	27,02 n/s

n/s: no significativo.

4.1.4 Materia seca aérea

Los resultados se analizaron estadísticamente y se concluyó que en la materia seca aérea hay efecto de la fertilización en el ensayo 1. Micorrización de plantas de *Citrus macrophylla* con tres cepas de hongos MA y en el Ensayo 4. Micorrización de plantas de *Citrango carrizo* con Mikro VAM®, pero no de las cepas de micorrizas ni de la interacción de ambas. Debido a esto, se realizó un análisis según el Diseño

Completamente al Azar para determinar el efecto de la fertilización. Los resultados se observan en los Cuadros 12 y 13.

CUADRO 12. Promedios de materia seca aérea de las plantas por tratamiento para el ensayo 1. Micorrización de plantas de *Citrus macrophylla* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Tratamientos	Medias (gr)
Plantas con 100% de fertilización	40,00 b
Plantas con 50% de fertilización	40,26 b
Plantas sin fertilización	36,37 a

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

CUADRO 13. Promedios de materia seca aérea de las plantas por tratamiento para el ensayo 4. Micorrización de plantas de *Citrango carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Tratamientos	Medias (gr)
Plantas inoculadas con Mikro VAM®	28,39 a
Plantas no inoculadas	29,57 b

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

En los Ensayos Micorrización de plantas de *Citrango carrizo* con tres cepas de hongos MA y Micorrización de plantas de *Citrus macrophylla* con Mikro VAM® no se encontró diferencia significativa entre la fertilización, la cepa, ni la interacción entre ellos. Las ANDEVAS correspondientes a dichos ensayos se encuentran en el Anexo 16.

Las medias obtenidas en el ensayo 2 Micorrización de plantas de *Citrango carrizo* con tres cepas de hongos MA y ensayo 3 Micorrización de plantas de *Citrus*

macrophylla con Mikro VAM® para cada uno de los tratamientos evaluados se observan en los Cuadros 14 y 15.

CUADRO 14. Promedios de materia seca aérea de las plantas por tratamiento para el ensayo 2 Micorrización de plantas de *Citrangé carrizo* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Cepas inoculadas	Fertilización		
	100%	50%	Sin fertilización
<i>Glomus intraradices</i>	29,33 n/s	30,92 n/s	32,26 n/s
<i>Glomus sp.</i>	31,38 n/s	31,48 n/s	30,19 n/s
<i>Glomus cf. claroideum</i>	31,36 n/s	32,28 n/s	31,86 n/s
Plantas sin inocular	32,94 n/s	30,62 n/s	31,24 n/s

n/s: no significativo.

CUADRO 15. Promedios de materia seca aérea por tratamiento del ensayo 3 Micorrización de plantas de *Citrus macrophylla* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Cepas	Fertilización		
	100%	50%	Sin fertilización
Mikro VAM®	36,06 n/s	31,68 n/s	32,92 n/s
Plantas sin inocular	32,74 n/s	32,09 n/s	35,83 n/s

n/s: no significativo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las evaluaciones anteriormente descritas y siendo éstas las correspondientes a las variables de crecimiento, expresadas como altura, diámetro, materia seca radicular y aérea, se puede afirmar que no existió efecto de ninguna de ellas en el crecimiento final de las plantas.

Es posible que la utilización de un sustrato rico en fertilización haya influido en estos resultados, considerando que se trabajó con la mitad del fertilizante empleado en el vivero (Anexo 1).

De acuerdo al análisis de suelo, el sustrato presentaba una concentración de fósforo de 59,29 ppm, el potasio presentaba una concentración de 384,22 ppm y la materia orgánica un porcentaje de 12,44%.

Según lo expresado por LEGAZ *et al.*, (1995), citado por AGUSTÍ (2000), una concentración de entre 46–70 ppm de P asimilable para un suelo franco es considerada alta. De igual manera, el mismo autor señala que concentraciones de entre 351-500 ppm de K asimilable son consideradas altas y porcentajes mayores a 2,5% de materia orgánica muy altas.

Cabe señalar, que estos valores no son normales en los sustratos utilizados por el vivero de la Estación Experimental y ello se debe a que se utilizó en la mezcla suelo de una plantación de kiwis la que fue arrancada y que estuvo bajo fertilización por muchos años.

JIMENEZ Y GALLO (1993) señalan que es conocido que las respuestas a las MVA tienden a ser menores en suelos ricos en fósforo.

OLIVARES *et al.*,(1985), indica que la adición de cantidades bajas de fósforo es compatible e incluso complementaria con este tipo de hongos en la estimulación del crecimiento de la planta, pero al incrementar la dosis, se comienza a interferir en la formación de la simbiosis.

Considerando que el fertilizante Osmocote Plus® posee una formulación 15-9-12 (N,P,K) y teniendo en cuenta que la concentración de fósforo presente en el sustrato

era alta es posible que dicho elemento pudiese tener injerencia en los resultados obtenidos en los ensayos de cítricos. De la misma manera, es probable que las concentraciones de fertilizante utilizado no hayan resultado efectivas, debido a la fertilidad del sustrato empleado el cual cubriría todos los requerimientos de las plantas.

Otro factor a tener en consideración y que podría explicar, en parte, la falta de diferenciación en el crecimiento de las plantas, es el tiempo transcurrido entre la inoculación y las mediciones realizadas.

En efecto, los ensayos con los portainjertos *Citrus macrophylla* y *Citrangue carrizo* con tres cepas de hongos MA tuvieron un tiempo de desarrollo entre la inoculación y la última medición de 5 meses, mientras que los ensayos con los portainjertos *Citrus macrophylla* y *Citrangue carrizo* con Mikro VAM® solo tuvieron cuatro meses de desarrollo.

HERNÁNDEZ-DORREGO (1999), señala que en árboles frutales y especies leñosas, en general, el proceso de penetración y colonización del hongo que forma la micorriza es más lento, debido al rápido crecimiento inicial de su sistema radical; en esta fase, el hongo se comporta como un parásito ya que necesita de la planta muchos más carbohidratos para lograr establecerse en el interior de sus raíces. Solo una vez colonizada la raíz, se realiza la transferencia de nutrientes desde el suelo hacia la planta mediada por el hongo y, por tanto, las respuestas en crecimiento se evidencian más tarde. En hospedadores dependientes de la micorriza, este proceso suele ser más rápido.

Esto concuerda con los trabajos realizados por CALVET *et al.*, (1995) y PINOCHET *et al.*, (1995), los cuales trabajaron con portainjertos de membrillero y cerezo, en los cuales las respuestas en crecimiento producto de la micorrización comenzaron a

manifestarse después de 7 meses de haber realizado la inoculación con los hongos MVA.

4.1.5 Colonización Micorrítica

Según el método de GIOVANNETTI y MOSSE (1980), se procedió a determinar el porcentaje de colonización micorrítica. Los datos de colonización micorrítica fueron transformados a arcsen de la raíz(x/100) para su análisis. De acuerdo al análisis de varianza, se pudo verificar que sólo existe efecto de las cepas inoculadas, pero no de la fertilización ni de la interacción entre ellas. Esto se repitió en los ensayos 1, 2, 3 y 4.

En los Cuadros 16, 17, 18 y 19 se presentan los resultados obtenidos luego de la tinción de fragmento de raíces.

CUADRO 16. Promedios de los porcentajes de colonización micorrítica para el ensayo 1 Micorrización de plantas de *Citrus macrophylla* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Tratamientos	Medias (%)
Plantas inoculadas con <i>Glomus intraradices</i>	39,82 b
Plantas inoculadas con <i>Glomus sp</i>	44,58 b
Plantas inoculadas con <i>Glomus cf. claroideum</i>	58,36 b
Plantas sin inocular	3,53 a

Los datos expuestos en la parte superior de la tabla son los valores medios originales de 9 repeticiones transformados a arcosen de la raíz (x/100) para el análisis estadístico. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de p=0,05, según el Test de Tukey.

CUADRO 17. Promedios de los porcentajes de colonización micorrícica para el ensayo 2. Micorrización de plantas de *Citrangé carrizo* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Tratamientos	Medias (%)
Plantas inoculadas con <i>Glomus intraradices</i>	37,97 b
Plantas inoculadas con <i>Glomus sp</i>	34,80 b
Plantas inoculadas con <i>Glomus cf. claroideum</i>	43,12 b
Plantas sin inocular	0,11 a

Los datos expuestos en la parte superior de la tabla son los valores medios originales de 9 repeticiones transformados a arcosen de la raíz (x/100) para el análisis estadístico. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de p=0,05, según el Test de Tukey.

Los datos indican que las cepas nativas *Glomus sp* y *Glomus cf. claroideum*, obtenidas ambas en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso son estadísticamente igual a la cepa introducida *Glomus intraradices*.

Los valores arriba expuestos fueron obtenidos luego de 5 meses de evaluación y podrían ser considerados adecuados.

HERNÁNDEZ-DORREGO (2001) citado por HERNÁNDEZ (2002), señala que una vez que el valor de colonización micorrícica supera el 50 ó 60% se considera una colonización alta y las plantas están adecuadamente micorrizadas.

Considerando lo anteriormente expuesto, cabría esperar que al cabo de un mayor tiempo de evaluación estos porcentajes tenderían a aumentar, de acuerdo a los trabajos realizados por HERNÁNDEZ DORREGO (1999), PINOCHET *et al.*, (1995) y CALVET *et al.*, (1995).

CUADRO 18. Promedios de los porcentajes de colonización micorrítica para el ensayo 3. Micorrización de plantas de *Citrus macrophylla* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Tratamientos	Medias (%)
Plantas inoculadas con Mikro VAM®	46,53 b
Plantas sin inocular	8,59 a

Los datos expuestos en la parte superior de la tabla son los valores medios originales de 9 repeticiones transformados a arcosen de la raíz ($x/100$) para el análisis estadístico. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

CUADRO 19. Promedios de los porcentajes de colonización micorrítica para el ensayo 4. Micorrización de plantas de *Citrango carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Tratamientos	Medias (%)
Plantas inoculadas con Mikro VAM®	46,68 b
Plantas sin inocular	8,73 a

Los datos expuestos en la parte superior de la tabla son los valores medios originales de 9 repeticiones transformados a arcosen de la raíz ($x/100$) para el análisis estadístico. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

La evaluación de la cepa comercial Mikro VAM® utilizada en los ensayos con los portainjertos *Citrus macrophylla* y *Citrango carrizo* indica que logró una colonización adecuada. Pese a esto, podría ser que estos porcentajes sean aún bajos para lograr una diferenciación en el crecimiento de las plantas, por lo que se recomienda aumentar el período de evaluación.

HERNÁNDEZ-DORREGO (1999), señala que la capacidad del hongo MVA de colonizar las raíces de las planta puede ser debida a diferentes factores como: características intrínsecas de la interacción planta-hongo, factores externos vinculados al sustrato donde crecen las plantas.

En el Anexo 17 se presentan las separaciones de medias con los datos obtenidos luego de su transformación para cada uno de los ensayos.

4.1.6 Número de esporas en 100 g de suelo seco

De acuerdo al método de GERDEMANN y NICOLSON (1963), se contabilizó el número de esporas presentes en 100 gramos de suelo seco. Según el análisis de varianza, sólo existe efecto de la cepa inoculada, pero no de la fertilización ni de la interacción de los factores. Es debido a esto que se realizó un análisis según el Diseño Completamente al Azar para determinar el efecto de las cepas inoculadas.

Esto se hace efectivo en los ensayos con los portainjertos *Citrus macrophylla* y *Citrango carrizo* con tres cepas de hongos MA.

Los resultados se muestran en los Cuadros 20 y 21 respectivamente.

CUADRO 20. Promedio del número de esporas presentes en 100 g de suelo seco para el ensayo 1 Micorrización de plantas de *Citrus macrophylla* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Tratamientos	Medias (esporas/100gr de suelo seco)
Plantas inoculadas con <i>Glomus intraradices</i>	66,99 ab
Plantas inoculadas con <i>Glomus sp</i>	89,49 b
Plantas inoculadas con <i>Glomus cf. claroideum</i>	1048,92 c
Plantas sin inocular	27,84 a

Los datos expuestos en la parte superior de la tabla son los valores medios originales de 9 repeticiones transformados a log10 para el análisis estadístico. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

CUADRO 21. Promedio del número de esporas presentes en 100 g de suelo seco para el ensayo 2 Micorrización de plantas de *Citrangé carrizo* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Tratamientos	Medias (esporas/100gr de suelo seco)
Plantas inoculadas con <i>Glomus intraradices</i>	74,88 a
Plantas inoculadas con <i>Glomus sp.</i>	91,07 a
Plantas inoculadas con <i>Glomus cf. claroideum</i>	173,35 b
Plantas sin inocular	50,36 a

Los datos expuestos en la parte superior de la tabla son los valores medios originales de 9 repeticiones transformados a log10 para el análisis estadístico. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

En ambos cuadros se observa que la cepa nativa *Glomus cf. claroideum* presenta los mayores valores en cuanto al número de esporas presentes en 100 g de suelo seco

GARCIGA (2003)², señala que 300 esporas en 100 g de suelo seco es un buen número de inóculo dependiendo del tiempo transcurrido desde la inoculación hasta el momento de realizar las evaluaciones.

Por otra parte, SCHENK (1982), indica como adecuado un número de 20 esporas por gramo de suelo.

Con relación a los ensayos inoculados con la cepa Mikro VAM® en los portainjertos *Citrus macrophylla* y *Citrangé carrizo* (ensayos 3 y 4) y luego del análisis de varianza, no se encontró efecto de la cepa, de la fertilización ni de la interacción entre ellos. Las tablas ANDEVA correspondientes a estos ensayos se presentan en el Anexo 18.

² Gárciga M., Ing. Fitosanitario MSc. Investigador PUCV. Comunicación personal.

La no existencia de efecto de los factores evaluados en esta variable, se puede explicar debido al poco tiempo transcurrido entre el inicio y termino de los ensayos como ya fue explicado en puntos anteriores. Cabe recordar, que el tiempo transcurrido desde la inoculación hasta su evaluación no sobrepasó los 5 meses.

4.2 Paltos

4.2.1 Altura de las plantas

Luego de 8 mediciones de altura de las plantas, las que se realizaron entre Septiembre y Diciembre, no se observó efecto de las cepas utilizadas, de la dosis de fertilización ni de la interacción entre los factores en el ensayo 5 Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA. El análisis estadístico se realizó tomando la diferencia entre la primera y última medición.

Por otra parte, y luego de 8 mediciones de altura de las plantas, las que se realizaron entre Octubre y Enero, no se observó efecto de la cepa comercial Mikro VAM®, de la dosis de fertilización ni la interacción de los factores en el ensayo 6, Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM®. El análisis estadístico se realizó tomando la diferencia entre la primera y última medición.

Las tablas ANDEVA correspondientes a ambos ensayos se presentan en el Anexo 19.

En los Anexos 20 y 21 se presentan las curvas de crecimiento obtenidas por las plantas a lo largo del desarrollo de los ensayos.

4.2.2 Diámetro de las plantas

Luego de 10 mediciones de diámetro de las plantas, las que se realizaron entre Septiembre y Enero, no se observó efecto de la cepa utilizada, de la dosis de fertilización ni de la interacción entre los factores en el ensayo 5 Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA. El análisis estadístico se realizó tomando la diferencia entre la primera y última medición.

Por otra parte, y luego de 8 mediciones de diámetro de las plantas, las que se realizaron entre Octubre y Enero, no se observó efecto de la cepa comercial Mikro VAM®, de la dosis de fertilización ni la interacción de los factores en el ensayo 6 Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM®.

El análisis estadístico se realizó tomando la diferencia entre la primera y última medición.

Las tablas ANDEVA correspondientes a ambos ensayos se presentan en el anexo 22.

En los Anexos 23 y 24 se observan el crecimiento del diámetro del tallo obtenido en las plantas a lo largo del desarrollo de los ensayos.

4.2.3 Materia seca radicular

El análisis de varianza efectuado a esta variable indicó que no existe efecto de las cepas inoculadas, de la fertilización ni de la interacción entre ambos, en el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA y con Mikro VAM® (ensayos 5 y 6 respectivamente).

Las tablas ANDEVA correspondientes a ambos ensayos se presentan en el anexo 25.

Las medias obtenidas para cada uno de los tratamientos evaluados en los ensayos con el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA y con Mikro VAM® se observan en los Cuadros 22 y 23 respectivamente.

CUADRO 22. Valores medios obtenidos para la variable materia seca radicular en el ensayo 5. Micorrización de plantas de palto en el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA.

Cepas inoculadas	Fertilización		
	100%	50%	Sin fertilización
<i>Glomus intraradices</i>	25,96 n/s	25,70 n/s	26,52 n/s
<i>Glomus sp.</i>	26,08 n/s	25,77 n/s	25,59 n/s
<i>Glomus cf. claroideum</i>	26,57 n/s	27,92 n/s	25,54 n/s
Plantas sin inocular	30,32 n/s	27,27 n/s	25,56 n/s

n/s: no significativo.

CUADRO 23. Valores medios obtenidos para la variable materia seca radicular en el ensayo 6. Micorrización de plantas de palto en el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM®.

Cepas	Fertilización		
	100%	50%	Sin fertilización
Mikro VAM®	28,67n/s	25,62 n/s	26,04 n/s
Plantas sin inocular	25,09 n/s	25,70 n/s	28,45 n/s

n/s: no significativo.

4.2.4 Materia seca aérea

Los resultados se analizaron estadísticamente y se concluyó que en la materia seca aérea hay efecto de la fertilización, de las cepas inoculadas y de la interacción entre ambas en el Ensayo 5 Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA. Los promedios se observan en el Cuadro 24.

CUADRO 24. Promedios de materia seca aérea de las plantas por tratamiento del ensayo 5. Micorrización de plantas de palto en el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA.

Cepas inoculadas	Fertilización		
	100%	50%	Sin fertilización
<i>Glomus intraradices</i>	43,70 abc	35,49 a	37,69 a
<i>Glomus sp.</i>	36,51 a	42,10 abc	46,81 abc
<i>Glomus cf. claroideum</i>	52,35 bc	55,22 c	41,43 ab
Plantas sin inocular	46,04 abc	39,97 ab	44,07 abc

Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tuckey.

Estos resultados y sus significancias, revelan una gran variabilidad, poco confiable para concluir.

En el caso del ensayo 6 Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM®, el análisis de varianza efectuado a esta variable indicó que no existe efecto de Mikro VAM®, de la fertilización ni de la interacción entre ambos. La tabla ANDEVA se presenta en el Anexo 26.

Los valores medios obtenidos para esta variable en el ensayo 6 se presentan en el Cuadro 25.

CUADRO 25. Promedios de materia seca aérea de las plantas por tratamiento del ensayo 6. Micorrización de plantas de palto en el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM®.

Cepas	Fertilización		
	100%	50%	Sin fertilización
Mikro VAM®	35,14n/s	32,09 n/s	30,12 n/s
Plantas sin inocular	32,12 n/s	34,08 n/s	30,75 n/s

n/s: no significativo.

HERNÁNDEZ-DORREGO (1999), señala que en plantas que se encuentran en condiciones de invernadero, con mezcla de sustratos en contenedores y, fertilización y riego controlados y pese a presentar porcentajes de colonización adecuados, pueden no expresar respuestas en el crecimiento de las mismas, debido, principalmente, al tiempo de exposición de éstas a la acción de las MVA, lo que produce un enmascaramiento de la efectividad de la micorrización.

4.2.5 Colonización

Según el método de GIOVANNETTI y MOSSE (1980), se procedió a determinar el porcentaje de colonización micorrícica. De acuerdo al análisis de varianza se pudo verificar que sólo existe efecto de las cepas inoculadas, pero no de la fertilización ni de la interacción entre ellos. Esto se repitió en los ensayos con el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA y con Mikro VAM (ensayos 5 y 6 respectivamente).

En los Cuadros 26 y 27 se observan los porcentajes obtenidos por las plantas luego de su evaluación.

CUADRO 26. Promedios de los porcentajes de colonización micorrícica para el ensayo 5. Micorrización de plantas de palto en el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA.

Tratamientos	Medias (%)
Plantas inoculadas con <i>Glomus intraradices</i>	81,30 b
Plantas inoculadas con <i>Glomus sp.</i>	64,07 b
Plantas inoculadas con <i>Glomus cf. claroideum</i>	75,52 b
Plantas sin inocular	18,78 a

Los datos expuestos en la parte superior de la tabla son los valores medios originales de 9 repeticiones transformados a arcosen de la raíz ($x/100$) para el análisis estadístico. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

En el cuadro 26 se aprecia que los porcentajes obtenidos por todas las cepas evaluadas superan el 50 ó 60% considerado como bueno para afirmar que existió una adecuada micorrización.

Los porcentajes obtenidos por las tres cepas son superiores a los obtenidos en los ensayos de cítricos; sin embargo, tampoco se aprecia una diferencia en el crecimiento, pese al alto porcentaje de colonización.

En la Figura 4 se presenta un fragmento de raíz de palto colonizada por micorrizas, en la cual se puede apreciar esporas en su interior.

CUADRO 27. Promedios de los porcentajes de colonización micorrítica para el ensayo 6. Micorrización de plantas de palto en el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM®.

Tratamientos	Medias (%)
Plantas inoculadas con Mikro VAM®	56,53 b
Plantas sin inocular	11,22 a

Los datos expuestos en la parte superior de la tabla son los valores medios originales de 9 repeticiones transformados a arcosen de la raíz ($x/100$) para el análisis estadístico. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

Mickro Vam® presentó un adecuado porcentaje de colonización pese a que en este ensayo el tiempo transcurrido desde inoculación hasta la evaluación fue menor a 4 meses.

Las plantas sin inocular presentan una incipiente colonización, ya sea por que la esterilización no fue efectiva, o bien, las plantas se contaminaron durante el desarrollo del cultivo.

4.2.6 Número de esporas en 100 g de suelo seco.

De acuerdo al método de GERDEMANN y NICOLSON (1963), se contabilizó el número de esporas presentes en 100 gramos de suelo seco. Según el análisis de varianza, existe efecto de la interacción, de la cepa inoculada y de la fertilización presentándose dicho efecto sólo en el ensayo 5. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill)

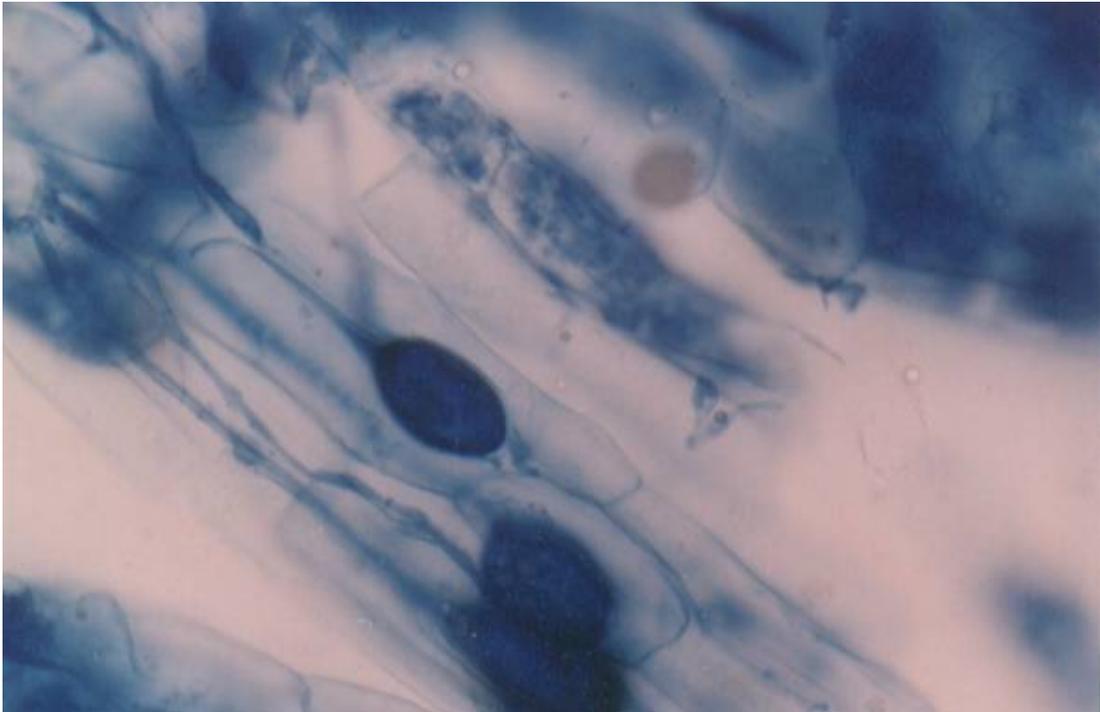


Figura 4. Raíz de palto colonizada por micorrizas.

En el Cuadro 28 se presentan los promedios de esporas obtenidas en 100 gr de suelo seco.

CUADRO 28. Promedios del número de esporas en 100 g de suelo seco para el ensayo 5. Micorrización de plantas de palto en el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA.

Cepas inoculadas	Fertilización		
	100%	50%	Sin fertilización
<i>Glomus intraradices</i>	41,92 ab	107,59 abc	173,76 bc
<i>Glomus sp.</i>	780,92 cd	440,18 c	285 bc
Glomus cf. claroideum	2544,85 cd	5221,87 de	9350,51 e
Plantas sin inocular	34,49 ab	31,87 ab	15,84 a

Los datos expuestos en la parte superior de la tabla son los valores medios originales de 3 repeticiones transformados a log10 para el análisis estadístico. Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas al nivel de $p=0,05$, según el Test de Tukey.

En el Cuadro 28 se observa que el mayor número de esporas se obtiene de la cepa nativa *Glomus cf. claroideum*, (Figura 5) siendo ésta claramente superior al resto, lo que ratifica el gran potencial que posee. Asimismo, se observa que la otra cepa nativa *Glomus sp.* presenta valores intermedios, pero siempre por sobre la cepa introducida *Glomus intraradices*.

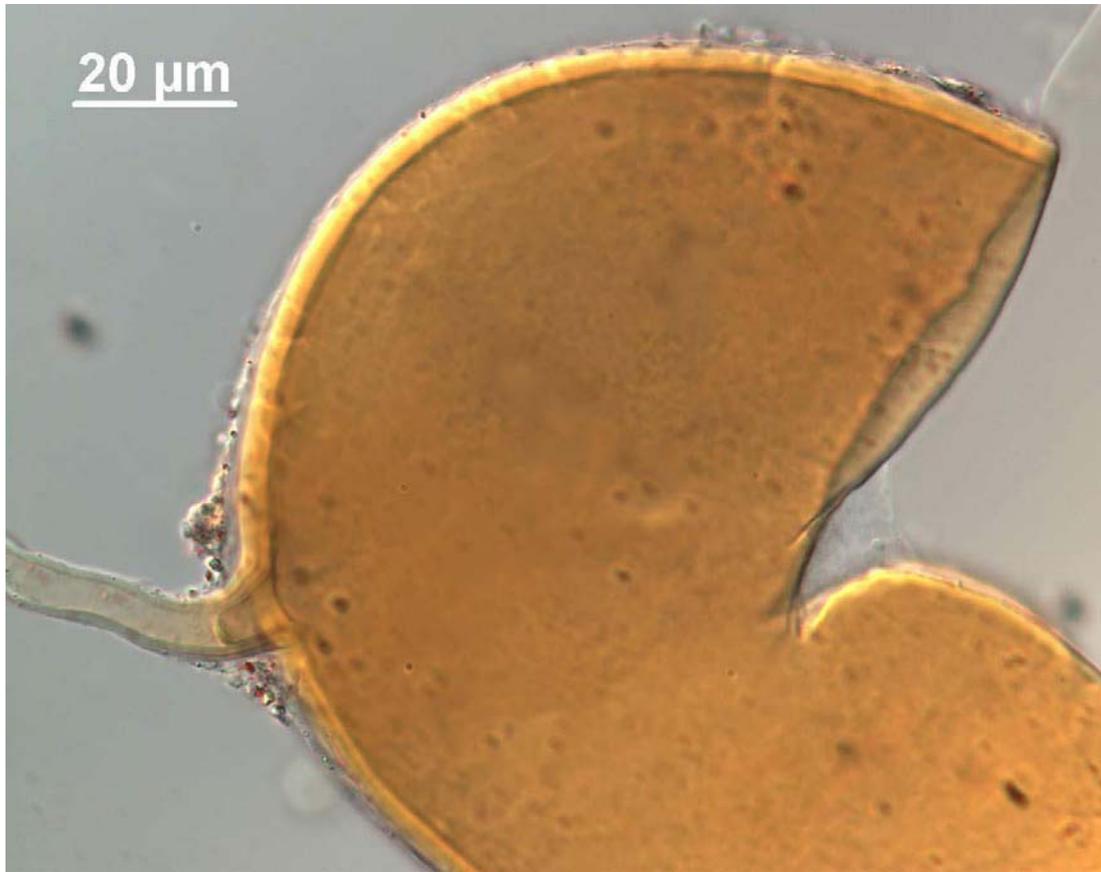


Figura 5. Espora de la cepa nativa *Glomus cf. claroideum*.

En el Anexo 27 se presentan las separaciones de medias con los datos obtenidos luego de su transformación para los ensayos con el portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA y con Mikro VAM® (ensayos 5 y 6 respectivamente) en las variables colonización micorrícica y esporas.

Para el ensayo del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM®, el análisis de varianza determinó que no existe efecto de la cepa inoculada, de la fertilización ni de la interacción entre ellas. La tabla ANDEVA se presenta en el anexo 28.

La no existencia de efecto se debe a que es el ensayo de menor tiempo de evaluación (menos de 4 meses) y, como ya se detalló en puntos anteriores, es posible que este factor sea el que tendría una injerencia en la expresión de la respuesta de la inoculación.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en todos los ensayos, se hace necesario un estudio con un mayor tiempo de evaluación para poder determinar de mejor manera el efecto de las micorrizas vesículo arbusculares en el desarrollo de las plantas.

5. CONCLUSIONES

No se encontró efecto de las cepas *Glomus intraradices* Schenk &Smith, *Glomus sp.* y *Glomus cf. claroideum* ni de la cepa comercial Mikro Vam® en las tasas de crecimiento de las plantas de palto y cítricos.

No se encontró efecto de las dosis de fertilización utilizadas ni de la interacción de éstas con las cepas *Glomus intraradices* Schenk &Smith, *Glomus sp.*, *Glomus cf. claroideum* y Mikro Vam®.

Aunque se logró una buena inoculación de las cepas inoculadas *Glomus intraradices* Schenk &Smith, *Glomus sp.*, *Glomus cf. claroideum* y Mikro Vam® en las especies en estudio, a la fecha de evaluación no se observa una respuesta positiva en el crecimiento de las plantas inoculadas respecto a las no inoculadas.

La cepa nativa *Glomus cf. claroideum* presentó los mejores resultados en la variable número de esporas, en todos los ensayos de palto y cítricos de mayor tiempo de evaluación.

Las cepas nativas *Glomus sp.*, *Glomus cf. claroideum* se comportaron de igual o mejor forma que la cepa introducida *Glomus intraradices* Schenk &Smith en las variables colonización micorrícica y número de esporas.

6. RESUMEN

En la actualidad, en Chile existe un gran número de viveros destinados a la propagación de diferentes especies leñosas. Dentro de éstas, encontramos a los paltos y cítricos, los cuales ocupan una importante superficie de plantación en nuestra región, lo que se traduce en una constante demanda de plantas, ya sea para labores de replante o ampliar la superficie actualmente plantada. Lamentablemente, por una necesidad de esterilizar el sustrato utilizado en los viveros se ha incurrido en prácticas tales como: bromuración o la vaporización, las que eliminan a los microorganismos pertenecientes a la micro flora del suelo perdiendo éste los beneficios que pudiese otorgar. Una alternativa para mitigar este problema es la incorporación de hongos formadores de micorrizas, los cuales están presentes en casi el 100% de los suelos del mundo. Uno de los mayores beneficios sería el de incrementar la absorción de nutrientes al aumentar el volumen de suelo explorado.

En la Estación Experimental de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Quillota, V Región), se llevaron a cabo 6 ensayos tendientes a evaluar la micorrización en plantas de cítricos (*Citrus macrophylla* y *Citrangae carrizo*) y paltos Mexícola (*Persea americana* Mill.) con cepas de hongos nativos (*Glomus sp.* y *Glomus cf. claroideum*) e introducida (*Glomus intraradices* Schenk & Smith.), adicionalmente, se evaluó una cepa comercial de micorriza llamada Mikro Vam®

Junto con la inoculación de diferentes cepas se probó el efecto de la fertilización, utilizando el fertilizante de entrega lenta Osmocote Plus® (15-9-12) en tres dosis de aplicación. Los ensayos se establecieron en fechas disímiles, debido principalmente a la espera de el mejor momento de inoculación en función de la especie arbórea utilizada.

Luego de 5 meses de evaluación, no se encontró efecto en el crecimiento de las plantas, expresado éste en las variables Altura de las plantas, Diámetro del Tallo, Materia seca Radicular y Aérea tanto para paltos como para cítricos. Tampoco se produjo una injerencia mayor en la aplicación del fertilizante, debido, posiblemente, a que el sustrato presentaba una alta cantidad de fósforo, potasio y materia orgánica.

Por medio de la tinción de raíces, se comprobó que todas las cepas de hongos evaluadas son capaces de penetrar las raíces de palto y de cítricos, permitiendo de esta manera una colonización exitosa. Las cepas nativas *Glomus cf. claroideum* y *Glomus sp.* se comportaron de igual o mejor manera que la cepa introducida *Glomus intraradices* Schenk & Smith.

De acuerdo a estos resultados, es posible la aplicación de micorrizas en plantas de palto y cítricos, teniendo presente que será necesario un tiempo mayor de evaluación para observar diferencias en el crecimiento de las plantas, además de determinar la cantidad de fósforo soluble presente en el sustrato a utilizar.

7. LITERATURA CITADA

AGUSTÍ, M. 2000. Citricultura. Barcelona Ediciones mundi prensa. Barcelona. 416p.

BAREA, J. M. 1988. Las Micorrizas y la protección de cultivos. Jornadas de Fitopatología. Consejería de agricultura. Dirección General de Promoción y Desarrollo Agrario. Toledo, España.

CALVET, C., CAMPRUBÍ, A. 1996. Integración de las micorrizas arbusculares en el proceso de producción de patrones de cítrico. Levante agrícola. 1er. Trimestre. 62-66.

_____. , CAMPRUBÍ, A., ESTAÚN, V. 2000. Micorrizas arbusculares en producción agrícola. Horticultura. Abril. España. 38-41.

_____. , PINOCHET, J., CAMPRUBÍ, A., FERNÁNDEZ, C. 1995. Increase tolerance to the root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* in mycorrhizal micropropagated BA-29 quince rootstocks. Mycorrhiza 5: 253-258.

CASTRO, M. 1990. Curso Internacional. Producción, Postcosecha y Comercialización de paltas. Viña del Mar 2 al 5 de Octubre 1990. pp. F1-F14.

_____. 1996. Propagación de Cítricos. Avances en Citricultura: Nuevas variedades, portainjertos y establecimiento de huertos. Congreso. 21 de Agosto 1996. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. pp. sp.

- FUNDACION PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA. 2000. Frutales de hoja persistente en Chile: situación actual y perspectivas. Fundación para la Innovación Agraria. Ministerio de Agricultura. Chile. 96 pp.
- GERDEMANN, J. W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Annu. Rev. Phytopathology* 6: 397-418.
- GERDEMANN, J.W.A and NICOLSON, T. H. 1963. Spores of mycorrhizal Endogene species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46: 235-244.
- GIANINAZZI-PEARSON, V. AND S. GIANINAZZI. 1981. Role of endomycorrhizal fungi in phosphorus cycling in the ecosystem. *In: Wieklow, D. and G.C. Carroll eds . The Fungal community, its organization and role in the ecosystem.* Pp. 637-652.
- GIOVANETTI, M. y B. MOSSE. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.* 84: 489-500.
- GODINEZ, R., R. FERRERA-CERRATO, J. CORTÉZ J., AND J.I. DOMINGUEZ. 1986. Response of avocado (*Persea americana* Mill) to inoculation with endomycorrhizal V-A. Fourth International simposium on microbial ecology. Ljubljana. Yugoslavia. August 24-29. p. 150. Abstracts
- HERNÁNDEZ, C. 2001. Efecto del hongo micorriza (*Glomus intraradices* Schenk & Smith) en el crecimiento del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) cultivado bajo cinco tratamientos de fertilización. Taller de Licenciatura. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 84 pp

HERNÁNDEZ DORREGO, A. 2003. Las micorrizas, (on line). www.terraia.com

_____, 1999. Micorrización temprana de portainjertos de frutales como alternativa biotecnológica para el control de nemátodos. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. 187 pp.

INTERNATIONAL CULTURE COLLECTION OF ARBUSCULAR AND VESICULAR ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI (INVAM). 2003. *Glomus intraradices* reference accession: UT 126, *Glomus claroideum* reference accession: SC 186, (on line) <http://invam.caf.wvu.edu>

JIMENEZ, R., GALLO, D. 1993. Micorrizas vesiculo arbuscular asociadas con cítricos en el valle de Azapa, I Región. *Idesia* 12: 63-69.

LINDERMAN, R. G. 1993. Effects of microbial interactions in the mycorrhizosphere of plant growth and health. *In*: R. Ferrera-Cerrato y R. Quintero Lizaola eds., Agroecología. Sostenibilidad y Educación. Colegio de postgraduados, Montecillo, México D.F. pp. 138-151.

OFICINA DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN AGRARIA (ODEPA). 2003. Cuadro de superficie total de frutales en el país, (on line). www.odepa.gob.cl

OLIVARES, J. P., BAREA, J. M. 1985. "Micorrizas" En: Nutrición vegetal, algunos aspectos químicos y biológicos. eds. Lachica, G. y C. González O. Unesco. pp. 167-196.

PHYLLIPS, J.M. y D.S. HAYMAN. 1970. Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans.Br. Mycol. Soc.*, 55: 158-161.

PINOCHET, J., CALVET, C., CAMPRUBÍ, A., FERNANDEZ, C. 1995. Interaction between the root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* and the mycorrhizal association of *Glomus intraradices* and Santa Lucía 64 cherry rottock. Plant and Soil 170: 323-329.

SCHENK, N. C. 1982. Methods and principles of mycorrhizal research. N. C. Schenk eds. University of Florida. APS Press. 244 p.

ANEXOS

ANEXO 1. Resultado del análisis del suelo practicado al sustrato utilizado.

pH		7,26
Conductividad Eléctrica (dS/m)		2,06
Obs. Cond. Eléctrica		PASTA DE SATURACIÓN
Materia Orgánica (%)		12,44
Nitrógeno Disponible (mg/kg)		8,05
Fósforo Disponible (mg/kg)		59,29
Potasio de Intercambio (mg/kg)		384,22
Zinc (mg/kg)		8,50
Manganeso (mg/kg)		180,50
Fierro (mg/kg)		31,40
Cobre (mg/kg)		4,12
Textura		Franco
Arena (%)		40,70
Limo (%)		12,60
Arcilla (%)		46,70

ANEXO 2. Composición del fertilizante Osmocote Plus®.

<i>Nitrógeno total</i>	15%
Amoniacal	7%
Nitrato	8%
<i>P2O5</i>	9%
K2O	12%
Magnesio Soluble	1%
Azufre	2,30%
Boro	0,02%
Cobre	0,05%
Fierro	0,45%
Manganeso	0,06%
Molibdeno	0,02%
Zinc	0,05%

ANEXO 3. Tablas ANDEVAS correspondientes a la variable altura de los ensayos 1 y 2.

Ensayo 1. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con tres cepas de hongos MA.

Altura					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	800,65	400,33	1,42	3,102
B	3	38,65	12,88	0,046	2,712
A*B	6	847,35	141,22	0,5	2,2
Bloques	8	3273,54	409,19		
Error	88	24855,55	282,45		
Total	107	29815,75			

Ensayo 2. . Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo* con tres cepas de hongos MA.

Altura					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	38,31	19,16	0,09	3,10
B	3	651,08	217,03	1,05	2,71
A*B	6	1137,58	189,60	0,92	2,20
Bloques	8	3995,17	499,40		
Error	88	18163,86	206,41		
Total	107	23986			

ANEXO 4. Tablas ANDEVAS correspondientes a la variable altura de los ensayos 3 y 4

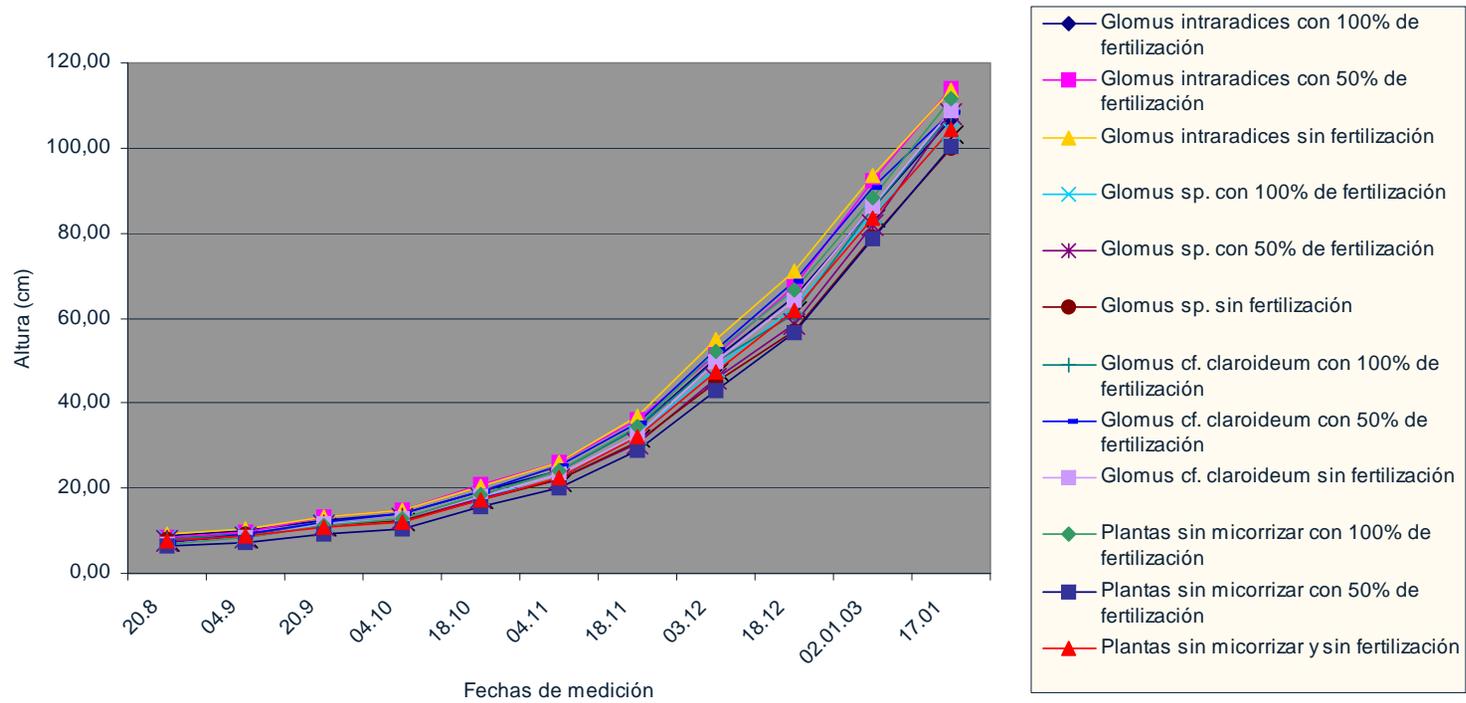
Ensayo 3. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con Mikro VAM®.

Altura					
Fte. Var.	GL	Sum. Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	1869,34	934,67	3,05	3,23
B	1	169,42	169,42	0,55	4,08
A*B	2	348,86	174,43	0,57	3,23
Bloques	8	2216,83	277,10		
Error	40	12275,46	306,89		
Total	53	16879,91			

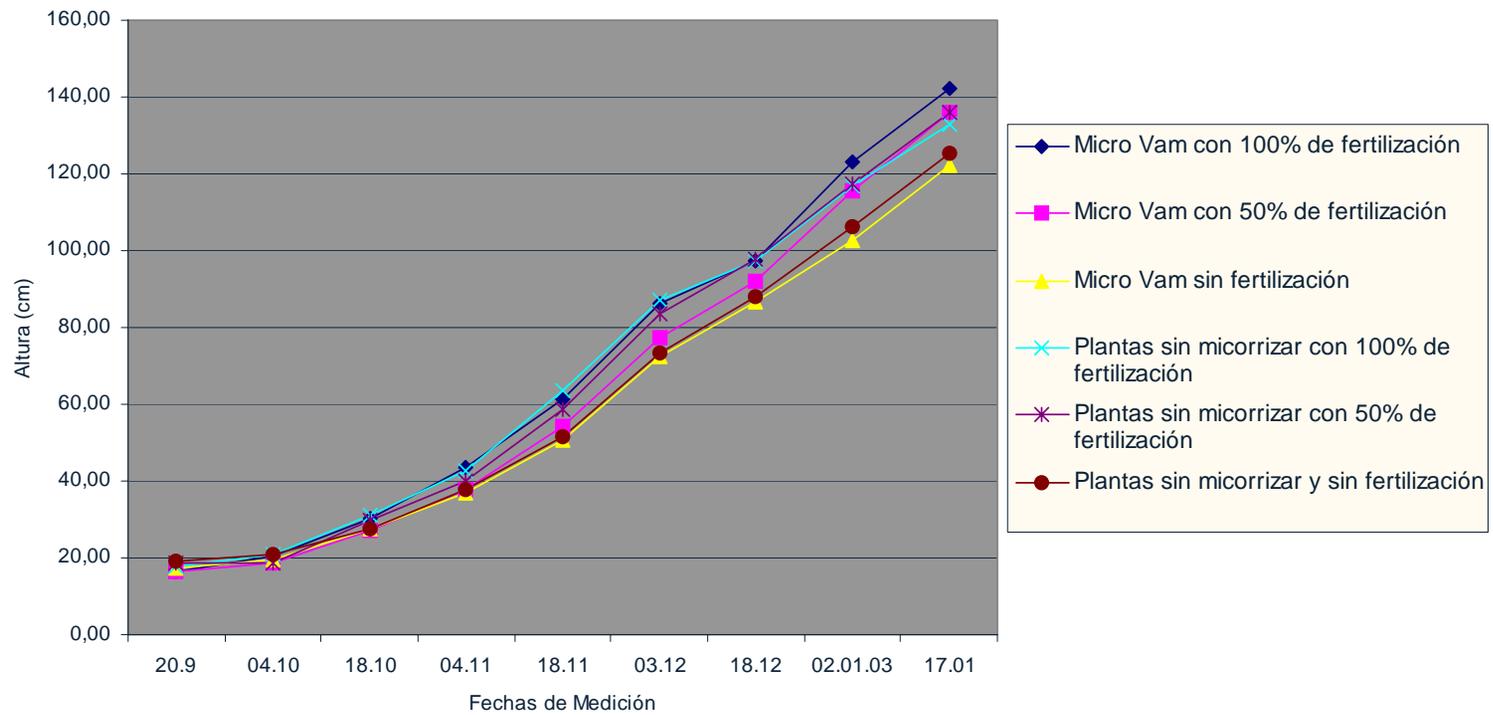
Ensayo 4. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con Mikro VAM®.

Altura					
Fte. Var.	GL	Sum. Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	980,03	490,02	2,17	3,23
B	1	28,41	28,41	0,13	4,08
A*B	2	118,22	59,11	0,26	3,23
Bloques	8	1850,19	231,27		
Error	40	9035,06	225,88		
Total	53	12011,91			

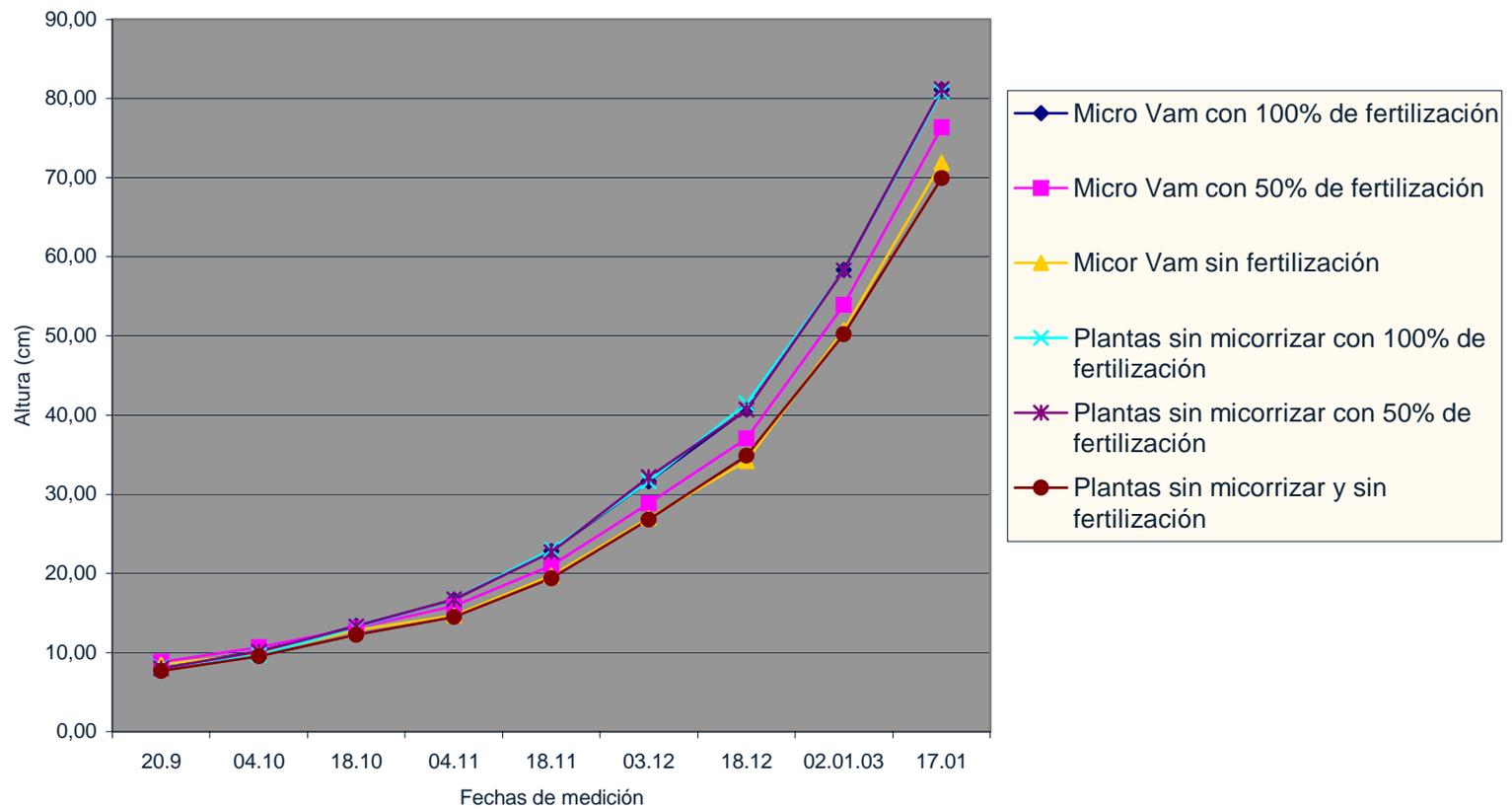
Anexo 6. Promedios de altura de las plantas de *Citrango carrizo* con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.



Anexo 7. Promedios de altura de las plantas de *Citrus macrophylla* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.



Anexo 8. Promedios de altura de las plantas de *Citrango carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.



ANEXO 9. Promedios de altura obtenidos en los ensayos 1, 2, 3 y 4 para cada uno de los tratamientos evaluados.

Ensayo 1. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con tres cepas de hongos MA.

	20.8	04.9	20.9	04.10	18.10	04.11	18.11	03.12	18.12	02.01.03	17.01
Trat 1	12,17	18,12	24,03	33,24	49,00	72,58	94,22	105,40	121,70	138,14	145,17
Trat 2	11,52	16,72	20,53	29,20	42,72	65,40	89,17	110,72	130,76	145,58	152,82
Trat 3	10,89	15,80	21,03	27,40	41,00	61,61	84,28	105,34	118,73	133,87	143,62
Trat 4	11,22	16,37	21,39	29,70	43,50	65,90	88,70	105,81	122,51	142,22	148,69
Trat 5	12,12	17,66	21,78	28,08	41,44	62,70	84,78	105,92	122,53	143,63	150,30
Trat 6	12,21	16,70	20,46	24,96	37,17	55,77	77,11	96,98	111,34	132,77	143,68
Trat 7	12,12	17,39	21,12	29,97	44,44	67,26	87,00	104,62	120,41	140,74	152,87
Trat 8	11,78	16,60	21,48	29,38	43,11	68,40	88,56	107,47	126,07	143,92	148,38
Trat 9	11,70	15,51	17,97	23,78	35,28	58,70	79,89	94,16	106,20	125,54	138,34
Trat 10	12,47	16,61	20,52	28,04	41,83	64,77	85,00	102,78	121,63	143,48	147,37
Trat 11	10,47	15,34	19,59	25,31	39,17	59,50	81,50	100,84	116,27	137,76	147,89
Trat 12	10,03	14,06	17,09	20,39	31,89	49,56	71,06	93,58	108,51	133,91	146,79

Ensayo 2. Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo* con tres cepas de hongos MA.

	20.8	04.9	20.9	04.10	18.10	04.11	18.11	03.12	18.12	02.01.03	17.01
Trat 1	8,66	9,83	12,39	13,99	19,39	24,17	34,00	50,41	64,92	85,96	106,76
Trat 2	8,59	9,64	13,28	14,76	20,72	26,16	36,22	51,52	67,34	92,23	113,93
Trat 3	9,32	10,54	13,33	14,94	20,50	25,93	36,89	54,93	71,18	93,41	113,66
Trat 4	8,06	8,94	11,60	13,02	18,17	22,26	32,39	48,29	62,48	84,33	104,11
Trat 5	7,49	8,46	11,30	12,70	17,61	22,19	30,67	45,62	58,67	81,99	108,04
Trat 6	8,02	9,37	11,34	12,51	17,39	21,98	30,72	44,98	57,02	79,21	99,97
Trat 7	8,10	9,38	11,83	12,99	18,50	24,04	34,00	49,87	61,17	86,08	108,13
Trat 8	7,38	9,32	12,07	13,96	19,28	25,09	35,39	52,68	68,57	90,87	108,49
Trat 9	6,84	8,26	11,48	12,78	18,17	23,39	32,33	49,81	64,37	86,40	108,82
Trat 10	7,00	8,52	11,27	12,64	18,39	23,96	34,61	52,14	66,67	88,43	111,53
Trat 11	6,30	7,24	9,24	10,34	15,50	20,04	29,00	43,03	56,44	78,63	100,16
Trat 12	7,53	8,88	10,98	12,18	17,28	22,47	32,06	47,48	61,68	83,58	104,32

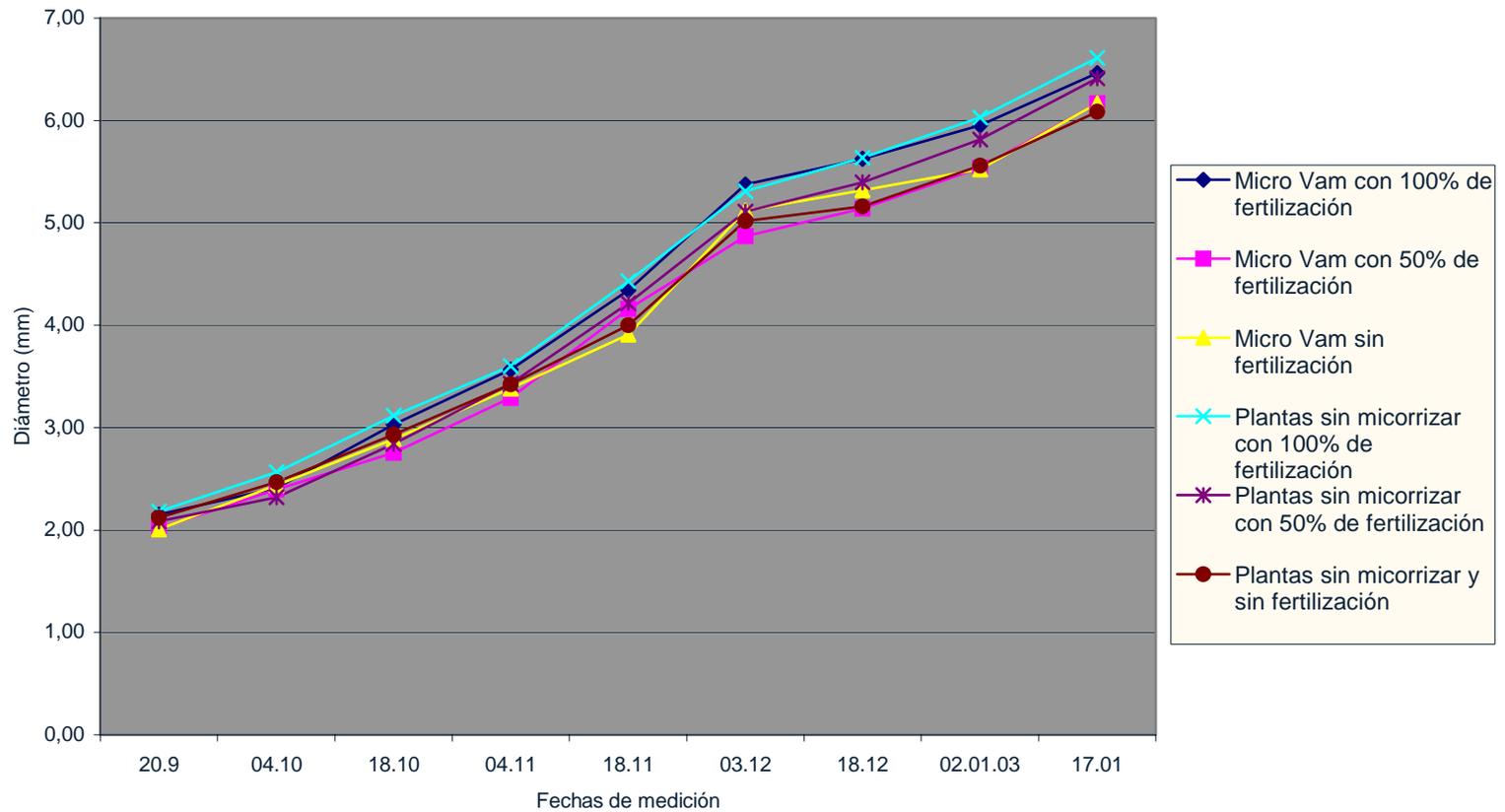
Ensayo 3. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con Mikro VAM®.

Altura											
	20.8	04.9	20.9	04.10	18.10	04.11	18.11	03.12	18.12	02.01.03	17.01
Trat 1			16,39	20,62	30,11	43,50	61,33	86,24	97,56	123,24	142,16
Trat 2			16,48	18,80	27,19	37,96	54,08	77,49	92,00	115,68	135,89
Trat 3			17,54	19,70	27,78	36,70	50,87	72,29	86,54	102,60	122,10
Trat 4			17,63	20,69	31,12	42,89	63,49	87,13	97,20	116,91	132,94
Trat 5			18,54	18,56	29,94	39,97	58,54	83,70	97,69	117,52	136,16
Trat 6			19,23	20,90	27,62	37,78	51,64	73,37	87,83	106,12	125,41

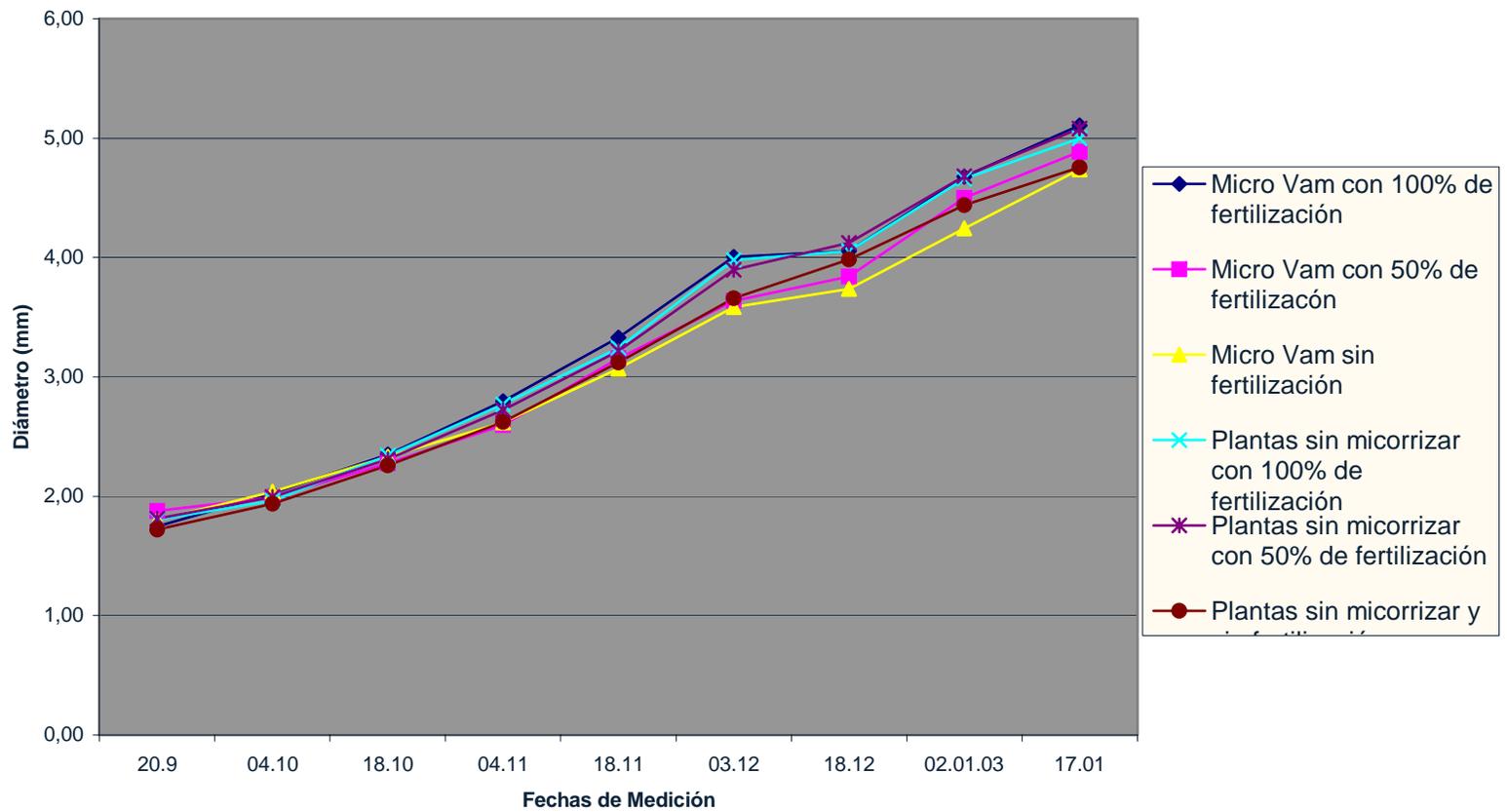
Ensayo 4. Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo* con Mikro VAM®.

	20.8	04.9	20.9	04.10	18.10	04.11	18.11	03.12	18.12	02.01.03	17.01
Trat 1			8,23	10,13	13,37	16,67	22,83	31,60	40,69	58,37	81,14
Trat 2			8,79	10,62	13,13	15,90	21,00	28,88	37,09	53,92	76,40
Trat 3			8,50	9,84	12,81	14,69	19,72	27,00	34,19	50,76	71,89
Trat 4			8,12	9,66	13,18	16,72	23,06	31,63	41,51	58,31	80,89
Trat 5			7,98	10,11	13,29	16,71	22,67	32,14	40,71	58,33	81,20
Trat 6			7,69	9,56	12,22	14,47	19,39	26,81	34,86	50,24	69,98

Anexo 12. Promedios de altura de las plantas de *Citrus macrophylla* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.



Anexo 13. Promedios de altura de las plantas de *Citrango carrizo* con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.



ANEXO 14. Promedios de diámetro obtenidos en los ensayos 1, 2, 3 y 4 para cada uno de los tratamientos.

Ensayo 1. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con tres cepas de hongos MA.

	20.8	04.9	20.9	04.10	18.10	04.11	18.11	03.12	18.12	02.01.03	17.01
Trat 1	1,77	2,22	2,61	2,77	3,37	4,89	5,25	6,31	6,62	6,97	7,49
Trat 2	1,77	2,10	2,41	2,68	3,11	4,56	5,10	5,98	6,25	6,60	6,84
Trat 3	1,73	1,97	2,42	2,90	3,13	4,51	5,06	5,88	6,13	7,23	7,61
Trat 4	1,72	2,08	2,39	2,77	3,05	4,46	5,12	6,00	6,27	6,81	7,24
Trat 5	1,82	2,19	2,57	2,67	3,14	4,39	4,80	6,00	6,15	6,60	7,11
Trat 6	1,82	2,17	2,47	2,67	2,97	4,30	4,74	5,57	5,93	6,35	6,74
Trat 7	1,75	2,08	2,40	2,72	3,11	4,56	5,37	5,98	6,24	6,66	7,03
Trat 8	1,76	2,16	2,45	2,93	3,11	4,61	5,04	5,97	6,37	6,65	7,00
Trat 9	1,71	2,03	2,32	2,53	3,04	4,09	4,61	5,43	5,77	6,25	6,77
Trat 10	1,80	2,18	2,59	2,78	3,11	4,43	5,02	5,79	5,98	6,36	6,79
Trat 11	1,73	2,06	2,56	2,71	3,13	4,37	4,79	5,55	5,78	6,41	6,84
Trat 12	1,80	1,97	2,32	2,55	2,91	3,94	4,38	4,99	5,57	6,11	6,66

Ensayo 2. Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo* con tres cepas de hongos MA.

	20.8	04.9	20.9	04.10	18.10	04.11	18.11	03.12	18.12	02.01.03	17.01
Trat 1	1,55	1,72	2,16	2,41	2,88	3,52	3,96	4,68	4,84	5,40	5,94
Trat 2	1,57	1,76	2,05	2,31	2,87	3,37	3,73	4,39	4,58	5,12	5,80
Trat 3	1,51	1,78	2,23	2,52	2,96	3,52	3,87	4,50	4,69	5,22	5,98
Trat 4	1,54	1,77	1,97	2,25	2,77	3,23	3,61	4,21	4,40	4,84	5,48
Trat 5	1,42	1,65	1,99	2,26	2,69	3,17	3,59	4,14	4,38	4,78	5,65
Trat 6	1,55	1,73	2,04	2,26	2,72	3,21	3,67	4,26	4,36	4,94	5,58
Trat 7	1,50	1,81	2,08	2,35	2,77	3,23	3,79	4,36	4,58	5,20	5,81
Trat 8	1,52	1,82	2,21	2,47	2,99	3,58	4,04	4,72	4,85	5,43	6,08
Trat 9	1,49	1,78	2,07	2,30	2,79	3,36	3,75	4,40	4,52	5,18	5,77
Trat 10	1,48	1,77	2,07	2,38	2,85	3,36	3,82	4,44	4,59	5,26	5,89
Trat 11	1,49	1,70	1,88	2,08	2,53	3,10	3,59	4,14	4,32	4,82	5,78
Trat 12	1,51	1,73	2,00	2,30	2,73	3,24	3,63	4,28	4,47	4,88	5,63

Ensayo 3. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con Mikro VAM®.

	20.8	04.9	20.9	04.10	18.10	04.11	18.11	03.12	18.12	02.01.03	17.01
Trat 1			2,15	2,41	3,03	3,57	4,34	5,37	5,62	5,95	6,46
Trat 2			2,02	2,40	2,75	3,29	4,16	4,87	5,14	5,54	6,17
Trat 3			2,01	2,44	2,88	3,38	3,91	5,12	5,32	5,52	6,17
Trat 4			2,18	2,56	3,12	3,60	4,43	5,31	5,64	6,03	6,61
Trat 5			2,09	2,32	2,84	3,43	4,22	5,11	5,40	5,81	6,41
Trat 6			2,12	2,47	2,93	3,42	4,00	5,02	5,16	5,56	6,08

Ensayo 4. Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo* con Mikro VAM®.

	20.8	04.9	20.9	04.10	18.10	04.11	18.11	03.12	18.12	02.01.03	17.01
Trat 1			1,75	2,02	2,35	2,80	3,33	4,01	4,06	4,68	5,11
Trat 2			1,88	1,99	2,28	2,60	3,15	3,64	3,84	4,50	4,89
Trat 3			1,80	2,04	2,33	2,62	3,07	3,58	3,74	4,24	4,74
Trat 4			1,80	1,96	2,34	2,77	3,24	3,98	4,05	4,66	5,00
Trat 5			1,81	1,99	2,31	2,72	3,22	3,90	4,12	4,68	5,08
Trat 6			1,72	1,94	2,26	2,62	3,12	3,66	3,98	4,44	4,75

ANEXO 15. Tablas ANDEVAS correspondientes a la variable materia seca radicular de los ensayos 3 y 4.

Ensayo 3. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con Mikro VAM®.

Mat.Sec.Rad.					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	46,97	23,49	2,34	3,88
B	1	2,21	2,21	0,22	4,75
A*B	2	73,62	36,81	3,67	3,88
Error	12	120,52	10,04		
Total	17	243,32			

Ensayo 4. Micorrización del portainjerto *Citrangecarrizo* con Mikro VAM®.

Mat.Sec.Rad.					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	61,96	30,98	1,85	3,88
B	1	31,55	31,55	1,88	4,75
A*B	2	23,51	11,76	0,70	3,88
Error	12	201,33	16,78		
Total	17	318,35			

ANEXO 16. Tablas ANDEVAS correspondientes a la variable materia seca aérea de los ensayos 2 y 3.

Ensayo 2. . Micorrización del portainjerto *Citrange carrizo* con tres cepas de hongos MA.

Mat.Sec.Aer.					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	0,11	0,06	0,02	3,40
B	3	5,98	1,99	0,75	3,01
A*B	6	25,79	4,30	1,62	2,51
Error	24	63,68	2,65		
Total	35	95,56			

Ensayo 3. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con Mikro VAM®.

Mat.Sec.Aer.					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	24,95	12,48	3,57	3,88
B	1	0,004	0,004	0,001	4,75
A*B	2	20,54	10,27	2,94	3,88
Error	12	41,96	3,50		
Total	17	87,45			

ANEXO 17. Separación de medias luego de realizada la transformación de los datos.
Entre paréntesis valores asociados a cada tratamiento.

Ensayo 1. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con tres cepas de hongos MA.

	Colonización (%)		Esporas (N°)	
Testigo	0,1	a (3,53)	1,42	a (27,84)
<i>Glomus intraradices</i>	0,68	b (39,82)	1,68	ab (66,99)
<i>Glomus sp.</i>	0,7	b (44,58)	1,91	b (89,49)
<i>Glomus claroideum</i>	0,87	b (58,36)	2,82	c(1048,92)
Tukey al 5% de significancia				

Ensayo 2. Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo* con tres cepas de hongos MA.

Esporas (N°)			Colonización (%)		
Testigo	1,62	a (50,36)	Testigo	0,01	a (0,11)
<i>Glomus intraradices</i>	1,84	a (74,88)	<i>Glomus sp.</i>	0,6	b (34,80)
<i>Glomus sp.</i>	1,89	ab (91,07)	<i>Glomus intraradices</i>	0,65	b (37,97)
<i>Glomus claroideum</i>	2,17	b (173,35)	<i>Glomus claroideum</i>	0,7	b (43,12)
Tukey al 5% de significancia					

Ensayo 3. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con Mikro VAM®.

Colonización (%)		
Testigo	0,24	a (8,59)
Mikro Vam	0,75	b (46,53)
Tukey al 5% de significancia		

Ensayo 4. Micorrización del portainjerto *Citrango carrizo* con Mikro VAM®.

Colonización (%)		
Testigo	0,23	a (8,73)
Mikro Vam	0,75	b (46,68)

ANEXO 18. Tablas ANDEVAS correspondientes a la variable esporas de los ensayos 3 y 4.

Ensayo 3. Micorrización del portainjerto *Citrus macrophylla* con Mikro VAM®.

Esporas					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	0,03	0,02	0,35	3,88
B	1	0,20	0,20	4,61	4,75
A*B	2	0,29	0,15	3,33	3,88
Error	12	0,53	0,04		
Total	17	1,05			

Ensayo 4. Micorrización del portainjerto *Citrangecarrizo* con Mikro VAM®.

Esporas					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	0,219	0,110	2,786	3,880
B	1	0,001	0,001	0,023	4,750
A*B	2	0,205	0,103	2,606	3,880
Error	12	0,472	0,039		
Total	17	0,897			

ANEXO 19. Tablas ANDEVAS correspondientes a la variable altura de los ensayos 5 y 6.

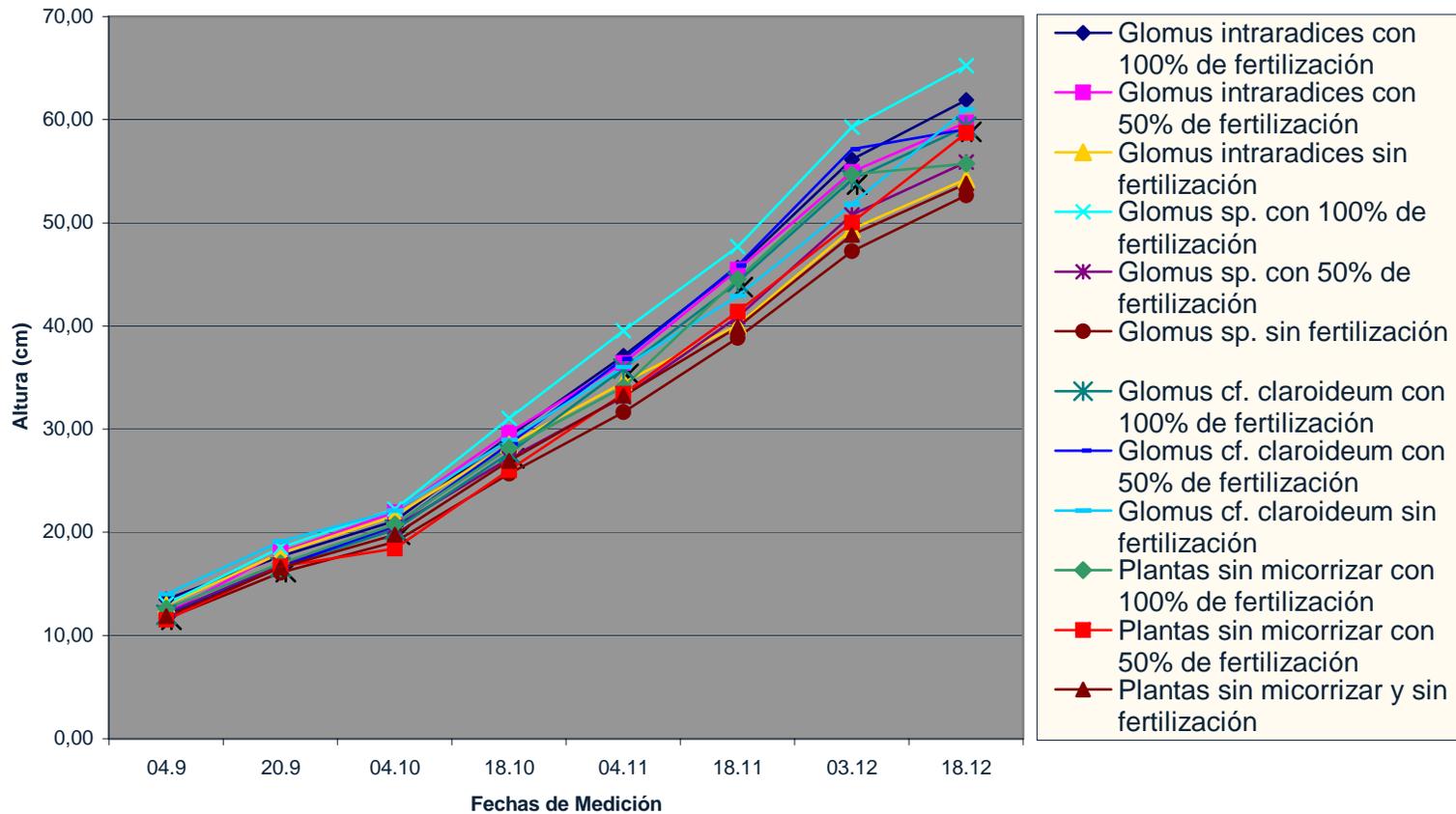
Ensayo 5. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Altura					
Fte. Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	368,93	184,47	2,97	3,10
B	3	124,61	41,54	0,67	2,71
A*B	6	549,74	91,62	1,47	2,20
Bloques	8	1967,82	245,98		
Error	88	5470,71	62,17		
Total	107	8481,81			

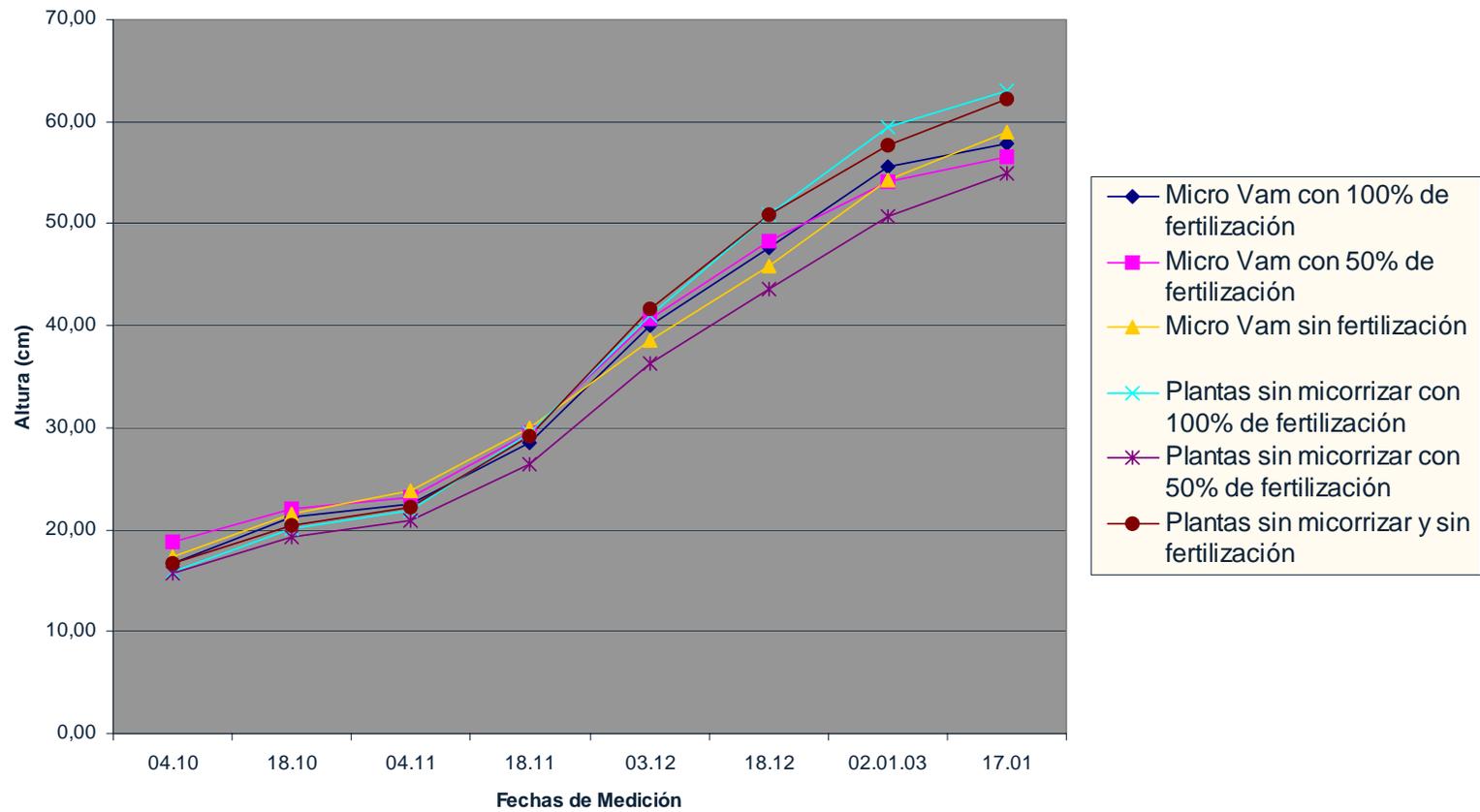
Ensayo 6. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Altura					
Fte. Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	352,81	176,41	3,16	3,23
B	1	190,40	190,40	3,42	4,08
A*B	2	51,31	25,66	0,46	3,23
Bloques	8	688,41	86,05		
Error	40	2229,71	55,74		
Total	53	3512,64			

ANEXO 20. Promedios de altura de las plantas del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill.) con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilizante.



ANEXO 21. Promedios de altura de las plantas del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill.) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.



ANEXO 22. Tablas ANDEVAS correspondientes a la variable diámetro de los ensayos 5 y 6.

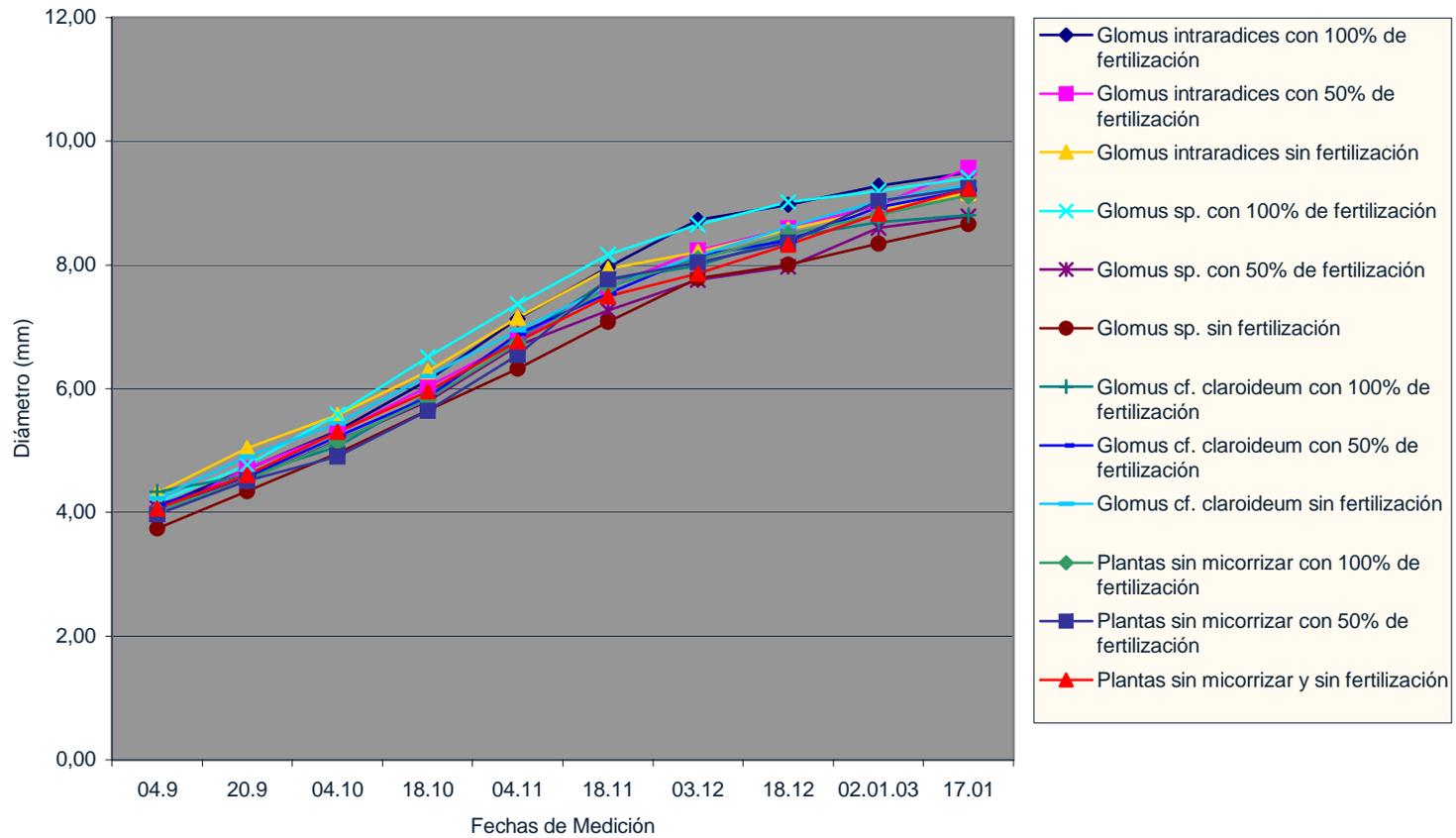
Ensayo 5. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.

Diametro					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	0,70	0,35	1,04	3,10
B	3	1,71	0,57	1,70	2,71
A*B	6	3,68	0,61	1,83	2,20
Bloques	8	2,27	0,28		
Error	88	29,55	0,34		
Total	107	37,91			

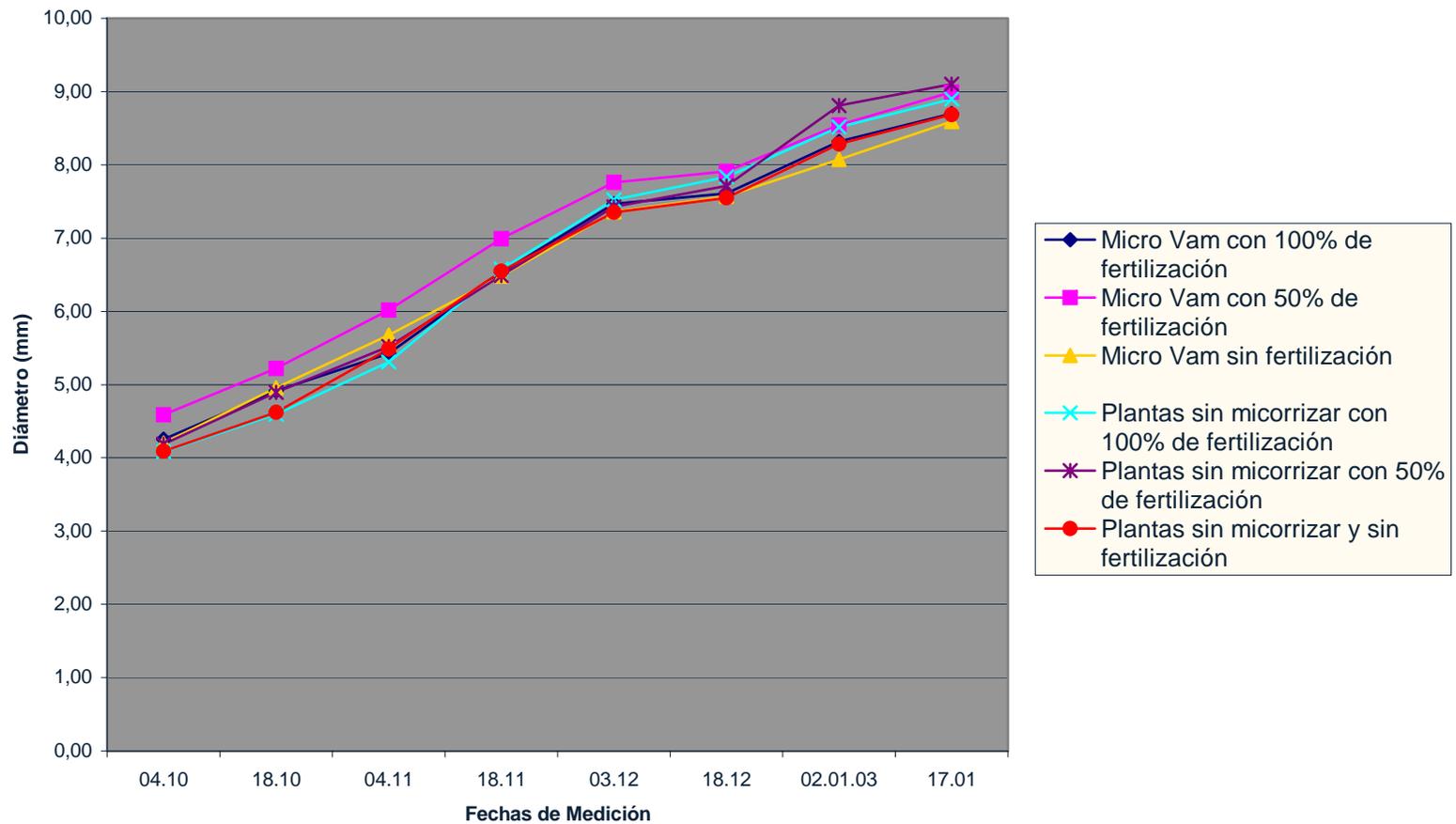
Ensayo 6. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Diametro					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	0,29	0,15	0,28	3,23
B	1	1,78	1,78	3,44	4,08
A*B	2	0,20	0,10	0,19	3,23
Bloques	8	4,00	0,50		
Error	40	20,68	0,52		
Total	53	26,95			

ANEXO 23. Promedios de diámetro del tallo de las plantas del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos MA y tres dosis de fertilización.



ANEXO 24. Promedios de diámetro del tallo de las plantas del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.



ANEXO 25. Tablas ANDEVAS correspondientes a la variable materia seca radicular de los ensayos 5 y 6.

Ensayo 5. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos y tres dosis de fertilización.

Mat.Sec.Rad.					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	12,48	6,24	0,95	3,40
B	3	19,37	6,46	0,98	3,01
A*B	6	32,46	5,41	0,82	2,51
Error	24	157,67	6,57		
Total	35	221,98			

Ensayo 6. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Mat.Sec.Rad.					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	8,24	4,12	0,44	3,88
B	1	0,59	0,59	0,06	4,75
A*B	2	27,48	13,74	1,47	3,88
Error	12	112,21	9,35		
Total	17	148,52			

ANEXO 26. Tabla ANDEVA correspondiente a la variable materia seca aérea del ensayo 6

Ensayo 6. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Mat.Sec.Aer.					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	35,02	17,51	3,76	3,88
B	1	0,08	0,08	0,02	4,75
A*B	2	20,10	10,05	2,16	3,88
Error	12	55,85	4,65		
Total	17	111,05			

ANEXO 27. Separación de medias luego de realizada la transformación de los datos.
Entre paréntesis valores asociados a cada tratamiento.

Ensayo 5. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos y tres dosis de fertilización.

Colonización		
Testigo	0,42	a (18,78)
<i>Glomus claroideum</i>	0,94	b (64,07)
<i>Glomus sp.</i>	1,08	b (75,52)
<i>Glomus intraradices</i>	1,14	b (81,30)
Tukey al 5% de significancia		

Ensayo 6. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Colonización		
Testigo	0,31	a (11,22)
Mikro Vam	0,85	b (56,53)
Tukey al 5% de significancia		

Ensayo 5. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con tres cepas de hongos y tres dosis de fertilización.

Esporas			
Testigo sin fertilización	1,19	a	(15,84)
Testigo y 50 % fertilización	1,49	ab	(31,87)
Testigo y 100 % fertilización	1,53	ab	(34,49)
<i>glomus intraradices</i> y 100 % fertilización	1,62	ab	(41,92)
<i>glomus intraradices</i> y 50 % fertilización	2,03	abc	(107,59)
<i>glomus intraradices</i> sin fertilización	2,23	bc	(173,76)
<i>Glomus sp.</i> sin fertilización	2,45	bc	(285)
<i>Glomus sp</i> con 50% fertilización	2,63	c	(440,18)
<i>Glomus sp</i> con 100% fertilización	2,90	cd	(780,92)
<i>Glomus cf. claroideum</i> con 100% fertilización	2,95	cd	(2544,85)
<i>Glomus cf. claroideum</i> y 50% fertilización	3,72	de	(5221,87)
<i>Glomus cf. claroideum</i> sin fertilización	3,97	e	(9350,51)

Tukey al 5% de significancia

ANEXO 28. Tabla ANDEVA correspondiente a la variable espora del ensayo 6.

Ensayo 6. Micorrización del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) con Mikro VAM® y tres dosis de fertilización.

Esporas					
Fte.Var.	GL	Sum.Cua.	Cm	Fc	Ft
A	2	0,25	0,12	0,98	3,88
B	1	0,03	0,03	0,26	4,75
A*B	2	0,49	0,24	1,95	3,88
Error	12	1,50	0,13		
Total	17	2,27			