INFORME FINAL
DEL PROYECTO PETRI 95-0141-OP

Inoculación con hongos formadores de micorrizas arbusculares de plantones de olivo y portainjertos de frutales micropropagados. Valoración de su comportamiento después de su trasplante a campo.

Empresas participantes: **Agromillora Catalana S.A.**
FRUTESA

Equipo Investigador del IRTA: **Victoria Estaún**
Cinta Calvet
Amèlia Camprubí

Resumen de Conclusiones y Recomendaciones

- Todos los patrones de *Prunus* ensayados así como los olivos "Arbequina" y "Picual" forman la simbiosis micorriza arbuscular.

- La síntesis de la simbiosis no se consiguió establecer en las instalaciones de Agromillora Catalana S.A. con el sistema actual de riego a manta. Para obtener una micorrización homogénea en el vivero habría que modificar los procesos de producción reduciendo el riego y el aporte de fitosanitarios.

- En los ensayos de campo con patrones de frutales en vivero (Finca de Quemas, Sevilla), las plantas no inoculadas formaron rápidamente la simbiosis con hongos nativos muy eficaces por lo que no se observaron diferencias significativas entre los árboles inoculados artificialmente y los no inoculados.

- Sin embargo al trasplantar los distintos protainjertos en un un suelo de replante (Finca de Guadiamar, Sevilla) el cultivar GxN, inoculado con el hongo *Glomus intraradices*, pre-seleccionado en el IRTA, dio mejores resultados de crecimiento comparado con las plantas GxN control, colonizadas de forma natural en el vivero. Este resultado se ha mantenido durante 2 años consecutivos (a los tres años de la inoculación artificial). Hay que evaluar cada cultivar utilizado ya que la respuesta a la colonización es variable y puede afectar a la susceptibilidad/tolerancia de los distintos patrones a situaciones de estrés concretas.

- En los ensayos de campo con olivo "Arbequina" la inoculación artificial con *Glomus intraradices* ha significado una mejora en el crecimiento inicial de los árboles en todas las parcelas estudiadas.

- En la parcela sita en la finca Gertrusa (Zaragoza) la micorrización artificial ha representado una mejora en el crecimiento sostenida a lo largo de 3 años, mejora que ha repercutido significativamente en el rendimiento de la primera cosecha de aceitunas.

- A partir de los resultados obtenidos se puede recomendar la micorrización temprana como una biotecnología para asegurar un buen establecimiento de plantaciones de olivo y de frutales de hueso .

Inoculación con hongos formadores de micorrizas arbusculares de plantones de olivo y porta-injertos de frutales micropropagados. Valoración de su comportamiento después de su trasplante a campo

Introducción

Una gran mayoría de árboles frutales forman micorrizas en condiciones naturales, sin embargo debido a las técnicas de cultivo habituales (fumigación de viveros, utilización de substratos esterilizados, micropropagación de material en condiciones asépticas) se han detectado, en algunos casos, sintomatologías atribuibles a la ausencia de la simbiosis.
La micorrización de patrones de frutales se ha estudiado en condiciones controladas obteniéndose una respuesta favorable de las plantas inoculadas frente a las no inoculadas en crecimiento y en protección frente a patógenos del suelo y estreses abióticos. Sin embargo no se ha evaluado la integración de la micorrización en las prácticas habituales de una producción intensiva en vivero y en plantación.

Este trabajo estudia la efectividad de la inoculación de porta-injertos de frutales del género *Prunus* y de plántulas de olivo del cultivar arbequina en plantación. Así mismo también se evalúa la incorporación práctica de la inoculación en la tecnología de viveros comerciales.

Objetivo 1: Incorporación de la micorrización en la tecnología de viveros

Las características más destacables del cultivo de plantas en viveros comerciales son la utilización de substratos orgánicos del tipo turbas con otros mejoradores de la estructura como pueden ser perlitas, fibra de coco, composts…, y la utilización de elevadas dosis de abonado y de productos fitosanitarios. En el caso de los viveros de Agromillora Catalana hay que considerar además el sistema de abonado por fertirrigación que asegura la obtención de plantas homogéneas y de buena calidad en un corto periodo de tiempo. Todos estos factores pueden afectar al establecimiento y desarrollo de la simbiosis.
Por ello se establecieron una serie de protocolos de inoculación que se siguieron de forma simultánea en las instalaciones del IRTA y en las de Agromillora Catalana .

Ensayo 1: Inoculación de estaquillas enraizadas de olivo, variedad "Arbequina" y "Picual", en arena, en condiciones controladas en el IRTA.

La efectividad a corto y medio plazo de la micorrización de plántulas micropropagadas de porta-injertos de *Prunus*, en suelo arenoso y también en substratos orgánicos ya se ha estudiado con anterioridad por lo que el objetivo de este ensayo se ha ceñido a evaluar la efectividad de la micorrización de dos variedades de olivo con dos hongos distintos.

Materiales y métodos

Se escogió un suelo arenoso, con una baja cantidad de nutrientes para estimular el establecimiento y desarrollo de la simbiosis.
Las plantas se inocularon con suelo rizosférico de plantas de puerro micorrizadas con uno de los dos hongos estudiados: *Glomus mosseae* o *Glomus intraradices*, teniendo en cuenta un tratamiento control no inoculado. Las plantas se trasplantaron en el momento de la inoculación a macetas de 1 litro y posteriormente (a los 15 meses) se pasaron a macetas de 3 litros, y se trasladaron de un invernadero a una disposición en microparcelas al aire libre. El diseño estadístico contaba con 12 plantas de cada variedad por tratamiento. A los 2 y 9 meses después de la inoculación y del trasplante se midió la altura total de las plantas. A los 15, 17, 20 y 24 meses se midió la altura máxima. A los 24 meses se dio por terminado el ensayo, se cosecharon las plantas y se determinó el porcentaje de colonización radical por micorrizas arbusculares, el peso seco de la parte aérea y de las raíces.

Resultados

Variedad "Arbequina" A los dos meses de la inoculación, ya se observó un mayor crecimiento en las plantas micorrizadas (Tabla1). Esta diferencia se mantuvo a lo largo de todo el ensayo. Al final del ensayo, las plantas no inoculadas presentaban la simbiosis (15% de colonización radical) debido a una contaminación muy probable en un ensayo al aire libre.

En las condiciones estudiadas ambos hongos resultaron igual de efectivos en la promoción del crecimiento de las plantas.

Variedad "Picual" A los dos meses de la inoculación, las plantas micorrizadas presentaban un mayor crecimiento que las control. Se observaron diferencias significativas en la eficacia de los dos hongos ensayados. *Glomus intraradices* era mejor en la promoción del crecimiento que *Glomus mosseae*. Las diferencias entre ambos hongos fueron disminuyendo a lo largo del tiempo. Al final del ensayo no había diferencias en la altura de las plantas pero sí en su peso. Los valores de la colonización radical de ambos hongos no eran significativamente distintos, y las plantas no inoculadas, al igual que en el caso de la variedad "Arbequina" también presentaban la simbiosis (21% de colonización radical)(Tabla 2)

Tabla 1: Efectos de la inoculación con *Glomus mosseae* y *Glomus intraradices* de olivos de la variedad "Arbequina", en un suelo arenoso.

	Control	***G. intraradices***	***G. mosseae***
Crecimiento Total (2 meses)	30 a	48 b	48 b
Crecimiento Total (9 meses)	48 a	78 b	82 b
Altura Máx. (15 meses)	37 a	61 b	54 b
Altura Máx. (17 meses)	37 a	70 b	59 b
Altura Máx. (20 meses)	55 a	96 b	87 b
Altura Máx. (24 meses)	64 a	125 b	101 b
Peso seco parte aérea (24 meses)	5.2 a	17.9 b	14.1 b
Peso seco raíces (24 meses)	4.2 a	11.5 b	10.9 b
%Col. Raíz (24 meses)	15%	75%	80%

Los valores seguidos de una misma letra en cada fila no difieren significativamente.

Tabla 2: Efectos de la inoculación con *Glomus mosseae* y *Glomus intraradices* de olivos de la variedad "Picual", en un suelo arenoso

	Control	***G. intraradices***	***G. mosseae***
Crecimiento Total (2 meses)	26 a	74 c	43 b
Crecimiento Total (9 meses)	42 a	135 c	82 b
Altura Máx. (15 meses)	33 a	81 c	50 b
Altura Máx. (17 meses)	38 a	86 c	53 b
Altura Máx. (20 meses)	48 a	106 b	93 b
Altura Máx. (24 meses)	60 a	135 b	133 b
Peso seco parte aérea (24 meses)	6.4 a	17.5 c	13.2 b
Peso seco raíces (24 meses)	3.7 a	13.2 c	9.8 b
%Col. Raíz (24 meses)	15%	75%	80%

Los valores seguidos de una misma letra en cada fila no difieren significativamente.

Conclusiones

En las condiciones del ensayo, en un suelo con niveles bajos de nutrientes y sin fertilización adicional, ambas variedades responden positivamente a la micorrización. Se ha obtenido un incremento en el crecimiento de las plantas inoculadas respecto a las no inoculadas de hasta un 95% . Por lo que las plantas micorrizadas son plantas más vigorosas que las no micorrizadas.
El hongo *Glomus intraradices* es más efectivo en la estimulación del crecimiento de la variedad "Picual" que el hongo *Glomus mosseae*.
En la variedad "Arbequina" no se observan diferencias significativas en la eficacia de los dos hongos ensayados.

Aspecto general de las microparcelas (instalaciones del IRTA)

Crecimiento de los olivos de la variedad "Picual" a los 16 meses de su inoculación (IRTA).

Ensayo 2: Inoculación de estaquillas enraizadas de olivo, variedad "Arbequina" con el hongo *Glomus intraradices*, en contenedor, con un substrato orgánico, en condiciones controladas en el IRTA

La utilización de substratos artificiales, basados en mezclas con turba de sphagnum, para el crecimiento de plantas es una práctica habitual en viveros comerciales. Por lo tanto ha de determinarse la compatibilidad de la inoculación y de la síntesis de la simbiosis con la utilización de estos substratos, ricos en materia orgánica, que podría interaccionar negativamente con el establecimiento de la simbiosis.

Materiales y métodos

Se escogió como substrato una turba de sphagnum de origen finés (VAPO XL), la misma que se estaba utilizando en los viveros de Agromillora Catalana. Las plantas se inocularon con suelo rizosférico de plantas de puerro micorrizadas con *Glomus intraradices*, teniendo en cuenta un tratamiento control no inoculado, y un tratamiento con fósforo. Las plantas se trasplantaron en el momento de la inoculación a macetas de 1 litro de capacidad. A las seis semanas de la inoculación y trasplante las plantas se regaron semanalmente con 25 ml de solución nutritiva (Hoagland & Arnon, 1950) modificada sin fósforo, excepto en el tratamiento con fósforo en que la solución nutritiva fue completa. Cada tratamiento contaba con 12 plantas.
A los seis meses se midió la altura máxima de las plantas y a los 8 meses se dio por terminado el ensayo, midiéndose altura máxima, peso de la parte aérea, de la raíz. Una porción de la raíz se tiñó y se determinó el porcentaje de micorrización según el método de la placa cuadriculada de Giovanetti y Mosse (1980).

Resultados

Hasta los 8 meses no se observaron diferencias en el crecimiento de las plantas de los distintos tratamientos.(Tabla 3)
Las plantas micorrizadas y las abonadas con fósforo eran significativamente más altas, y tenían un mayor peso de raíz que las plantas no inoculadas. Al considerar el peso de la parte aérea, como medida del crecimiento total de la planta, la micorrización fue el mejor tratamiento.
El factor R/S se obtiene dividiendo el peso de las raíces por el peso correspondiente de la parte aérea. Este factor generalmente disminuye con la micorrización ya que las raíces micorrizadas son más eficientes en la captación de nutrientes y permiten un mayor crecimiento de la parte aérea. En este ensayo el factor R/S es inferior en las plantas micorrizadas, demostrando la eficacia de la simbiosis en la promoción del crecimiento.
Las plantas inoculadas presentaban una colonización radical de 58%, mientras que ninguna de las controles observadas presentaban la simbiosis.

Tabla 3: Crecimiento de estaquillas enraizadas de olivo variedad “Arbequina” inoculadas con *Glomus intraradices* en contenedor con turba VAPO

	Control	***G. intraradices***	***Control Abonado con P***
Altura Máx. (6 meses)	25.7 a	32.4 a	33.2 a
Altura Máx. (8 meses)	26.7 a	37.1 b	37.5 b
Peso seco parte aérea (8 meses)	7.12 a	16.02 b	10.02 a
Peso seco raíces (8 meses)	6.52 a	11.46 b	8.53 ab
Factor R/S	0.94 a	0.72 b	0,85 ab
%Col. Raíz (8 meses)	NA	58%±15	NA

Los valores seguidos de una misma letra en cada fila no difieren significativamente.

Conclusiones

La utilización de un substrato orgánico no interfiere en el establecimiento de la simbiosis micorriza. La micorrización estimula el crecimiento de las plantas, incluso cuando estas se cultivan en turba. Aunque la utilización de abonos químicos resulte igual de efectiva en el estímulo del crecimiento en altura, si se valora el crecimiento total, medido como peso de la parte aérea, el tratamiento de inoculación con micorrizas es significativamente el mejor.

Crecimiento de estaquillas de olivo “Arbequina” en turba “VAPO” en las instalaciones del IRTA.

Ensayo 3: Inoculación de estaquillas de olivo de la variedad "Arbequina" con *Glomus mosseae* y *Glomus intraradices* incluidos en mallas de alginato, en contenedor, utilizando turba. en condiciones controladas en el IRTA

La inclusión de hongos formadores de micorrizas en mallas de alginato se ha utilizado para inocular plantas con fines experimentales en el IRTA. Con este ensayo se valora la posibilidad de utilizar esta formulación en inoculaciones comerciales en que el substrato de crecimiento de las plantas es de tipo orgánico y no desinfectado.

Materiales y métodos

Se escogió como substrato una turba de sphagnum de origen finés (VAPO XL), la misma que se estaba utilizando en los viveros de Agromillora Catalana. La preparación del inoculo en mallas de alginato se realizo siguiendo el protocolo de Calvet et al (1996). Se prepararon mallas con *Glomus mosseae*, con *Glomus intraradices* y con una mezcla de ambos hongos. Las plantas se inocularon con una malla de 2x3 cm por planta, teniendo en cuenta un tratamiento control no inoculado, y un tratamiento con fósforo. Las plantas se trasplantaron en el momento de la inoculación a macetas de 1 litro. A partir de las seis semanas de la inoculación y trasplante las plantas se regaron semanalmente con 25 ml de solución nutritiva (Hoagland & Arnon, 1950) modificada sin fósforo, excepto en el tratamiento con fósforo en que la solución nutritiva fue completa.
Se comprobó la eficacia de la formulación en mallas en una situación estándar, para ello se inocularon 5 puerros con cada tipo de malla en un suelo arenoso de baja fertilidad, y se determinó la presencia o ausencia de colonización micorrícica a las 6 semanas.
A los 4 meses de la inoculación y trasplante se midió el crecimiento total y la altura máxima de las plantas. A los 15 meses se determinó la altura máxima, el diámetro de cuello y el porcentaje de colonización radical.
Los datos de crecimiento se analizaron mediante una análisis de varianza.

Resultados

A los 4 meses no se observaron diferencias entre tratamientos en el crecimiento total de las plantas, aunque sí en la altura máxima, en que el tratamiento control no abonado era significativamente menor que en los demás tratamientos.
A los 15 meses de cultivo las plantas inoculadas con *Glomus intraradices*, solo o combinado con *Glomus mosseae* eran significativamente más altas y tenían un mayor diámetro de cuello que las plantas control no abonadas.
Los tres tipos de inóculo incluidos en malla empleados fueron capaces de producir la síntesis de la simbiosis en turba.(Tabla 4)

Tabla 4: Crecimiento de estaquillas enraizadas de olivo variedad “Arbequina” inoculadas utilizando mallas de alginato en contenedor con turba VAPO

	Control	***G. intraradices***	***G. mosseae***	***G. intraradices +G. mosseae***	***Control Abonado con P***
Crecimiento Total. (4 meses)	100 a	103 a	105 a	107 a	111 a
Altura Máx. (4 meses)	45 a	61 b	58 b	57 b	57 b
Altura Máx. (15 meses)	75 a	99 b	86 ab	100 b	83 ab
Diam.Cuello (15 meses)	4.47 a	5.38 b	4.7 a	5.46 b	5.10 ab
%Col. Raíz (15 meses)	NA	64%± 9	48%±15	52%±5	NA

Los valores seguidos de una misma letra en cada fila no difieren significativamente.

Conclusiones

Al igual que en el ensayo anterior la micorrización resulta igual de efectiva que el abonado con fertilizantes químicos. Así pues se pueden obtener plantas comparables a las obtenidas con un aporte elevado de fertilizantes inoculando con un hongo efectivo formador de micorrizas.
Las mallas de alginato podrían utilizarse como un sistema de inoculación en plantaciones comerciales, con la ventaja de representar poco volumen y permitir una buena dosificación del inóculo.
En este ensayo Al igual que en el ensayo anterior la micorrización resulta igual de efectiva que el abonado con fertilizantes químicos *Glomus intraradices*, utilizado solo o mezclado con *Glomus mosseae* ha sido el mejor tratamiento. A pesar del mayor estimulo en el crecimiento observado con *Glomus intraradices* el nivel de colonización radical obtenido por ambos hongos ha sido comparable, por lo que el estimulo observado ha de ser atribuido a efectos intrínsecos del hongo que forma la simbiosis.

Ensayo 4: Efectividad de distintas formulaciónes de inóculo y de condiciones de cultivo en el establecimiento de la simbiosis arbuscular en plantones de olivo variedad "Arbequina" enraizados, y en plantas del porta-injertos GF677 obtenidas *in vitro* cultivados en las instalaciones de Agromillora CatalanaS.A.

En las instalaciones del IRTA, en Cabrils, se ha estudiado la síntesis de la simbiosis teniendo en cuenta algunos de los factores asociados al cultivo de plantas en vivero, sin embargo se ha de incorporar esta tecnología a la situación real concreta. Para ello se inocularon las plantas en las propias instalaciones de Agromillora Ctalana S.A., incorporando la inoculación en el momento del transplante de las plántulas enraizadas en contenedores de 20ml a contenedores de 100ml (Tekos)

Materiales y métodos

Los hongos estudiados fueron: *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* y una mezcla de ambos.
Para cada hongo se evaluaron tres formulaciones distintas de inóculo:

1. Inóculo en bruto: consistente en suelo rizósferico de plantas de puerro micorrizadas con *Glomus intraradices*, *Glomus mosseae*, y mezclas de ambos suelos para el tratamiento mixto.

2. Inóculo en cápsulas de alginato: A partir de un tamizado húmedo de cada uno de los suelos utilizados se encapsularon las fracciones obtenidas en los tamices en un polímero de alginato obtenido mediante el procedimiento descrito por Jung, (1979) y Le Tacon et al (1985).

3. Inóculo en mallas: Se procedió como se ha descrito en el ensayo 3.

Para cada tratamiento de inoculación se determinaron dos tratamientos de cultivo:

1. Cultivo en las condiciones estándar de Agromillora (Tratamiento de fertiirigación normal)

2. Cultivo en condiciones alternativas en las que se sustituyó la fetirrigación por un aporte inicial de fertilizantes de liberación lenta y riego cuando se precisara. (Tratamiento de fertiirrigación limitada).

El ensayo contaba con 20 plantas para cada combinación de tratamientos de inoculación y de cultivo. A los dos meses de la inoculación se seleccionaron al azar 5 plantas de cada uno de los tratamientos. Las raíces de estas plantas se tiñeron siguiendo el procedimiento habitual y se observó la presencia o ausencia de la simbiosis.

Resultados

El tratamiento de fertiirigación habitual utilizado en Agromillora no permite el establecimiento temprano de la simbiosis micorriza.
En los tratamientos en que se limitó el aporte de agua y nutrientes las plantas si desarrollaron la simbiosis.
La mejor formulación fue el inóculo bruto y la peor el inóculo encapsulado en alginato. Los olivos respondieron mejor que las plántulas de porta-injertos GF6677, ya que formaron la simbiosis más frecuentemente. *Glomus intraradices* fue más agresivo que *Glomus mosseae* colonizando un mayor número de plantas. (Tablas 5 y 6)

Tabla 5: Porcentaje de plantas del portainjertos GF677 observadas que presentaban colonización radical por el hongo formador de micorrizas utilizado.

	Tratamiento de fertirrigación limitada	***Tratamiento de fertiirrigación normal***
G. intraradices (bruto)	80%	NA
G. intraradices (alginato)	NA*	NA
G. intraradices (malla)	20%	NA
G. intraradices + *G. mosseae* (bruto)	100%	NA
G. intraradices + *G. mosseae* (alginato)	NA	NA
G. intraradices + *G. mosseae* (malla)	20%	NA
G. mosseae (bruto)	60%	NA
G. mosseae (alginato)	NA	NA
G. mosseae (malla)	NA	NA

*NA: No Aparente

Tabla 6: Porcentaje de plantas de olivo, variedad arbequina, observadas que presentaban colonización radical por el hongo formador de micorrizas utilizado.

	Tratamiento de fertirrigación limitada	***Tratamiento de fertiirrigación normal***
G. intraradices (bruto)	100%	NA*
G. intraradices (alginato)	20%	NA
G. intraradices (malla)	20%	NA
G. intraradices + *G. mosseae* (bruto)	100%	NA
G. intraradices + *G. mosseae* (alginato)	NA	NA
G. intraradices + *G. mosseae* (malla)	NA	NA
G. mosseae (bruto)	60%	NA
G. mosseae (alginato)	20%	NA
G. mosseae (malla)	20%	NA

NA*: No Aparente

Conclusiones

El sistema de cultivo utilizado en Agromillora Catalana, aunque produce plantas homogéneas y de gran calidad no predispone al establecimiento de la simbiosis. Según el ensayo realizado no hay interacciones negativas con el substrato empleado pero las prácticas de fertiirigación son las que impiden que prospere la simbiosis.

Inoculación de estaquillas enraízadas de olivo de la variedad “Arbequina” en las instalaciones de Agromillora Catalana S.A.

Conclusiones generales para el Objetivo 1

Los portainjertos de frutales, y en concreto el híbrido GF677 ya se han caracterizado en otros trabajos como plantas que responden positivamente a la simbiosis micorriza. En este apartado se ha incidido especialmente en la evaluación de la aptitud para la micorrización del olivo, demostrándose que dos de las variedades más utilizadas, “Arbequina” y “Picual”, responden a la micorrización arbuscular con un incremento en el crecimiento.

Se han estudiado dos hongos de colección distintos: *Glomus mosseae*, y *Glomus intraradices,* ambos registrados en el BEG (Banco Europeo de Glomales) con los números siguientes: BEG 116 (*Glomus mosseae*) y BEG 72 (*Glomus intraradices*). Ambos colonizan tanto el olivo como el portainjertos GF677. Sin embargo *Glomus intraradices* se comporta como el hongo más eficaz en la promoción del crecimiento en las situaciones abordadas en este estudio.

También se han valorado tres tipos distintos de formulaciones. La formulación obtenida con una menor manipulación: inóculo en bruto, ha resultado como la más efectiva, probablemente porque las demás formulaciones al sufrir una manipulación, pierden parte de los propágulos infectivos que pueden estar en forma de hifas del hongo que son estructuras muy lábiles.

La utilización de substratos orgánicos y la mecanización de la inoculación no parece afectar al resultado de ésta. El tipo de fertiirigación utilizada en Agromillora Catalana que consiste en un elevado aporte de nutrientes conjuntamente con un riego muy abundante, produce plantas homogéneas y de calidad pero no favorece el establecimiento de la simbiosis.

Para conseguir una inoculación artificial, temprana, de las plantas en el vivero se precisaría cambiar algunas de las técnicas de cultivo. La inoculación en la segunda fase de vivero, en el proceso de endurecimiento, o bien en el trasplante directo en campo pueden constituir una mejor opción que se estudia en el siguiente apartado de este trabajo.

Objetivo 2: Evaluación en campo de la inoculación con micorrizas arbusculares de plantones de olivo y de porta-injertos de frutales micropropagados

Estudio 1: Inoculación de portainjertos de *Prunus* en vivero

En este estudio el objetivo consiste en evaluar el efecto de la inoculación con micorrizas arbusculares de distintos patrones de Prunus en el establecimiento de un vivero en campo.

Materiales y métodos

Se escogieron los siguientes porta-injertos:

GF677
PS101
Cadaman
Barrier
GxN

Los porta-injerto procedían de Agromillora Catalana S.A. y se habían multiplicado *in vitro*. Se comprobó que no presentaban la simbiosis micorriza.

Ubicación de la parcela: Finca de Quemas de Afrexport (grupo ALM) en el término municipal de Aznalcazar.

Diseño experimental: Las plantas se dispusieron de la forma tradicional en el vivero (hileras) dejando espacio entre las plantas inoculadas y las no inoculadas. La distancia entre las plantas de un mismo tratamiento fue de 7-10cm. La distancia entre hileras era de 1.20m. Entre tratamientos se dejo un espacio de 2 m. Para inocular las plantas se utilizó inóculo bruto (raíces y suelo rizosférico de puerros cultivados en arena autoclavada en condiciones controladas). El hongo utilizado fue *Glomus intraradices* de eficacia probada en porta-injertos de frutales. Se hizo un ensayo de utilización de *Glomus etunicatum* asociado al patrón GxN, ya que en condiciones controladas también había resultado en un incremento del crecimiento de la planta. La inoculación se realizó añadiendo al surco de plantación el inóculo. La parcela utilizada había sido cultivada con girasol y cereales. El vivero se estableció en Marzo de 1997. Se determinó la altura máxima y el diámetro de cuello de las plantas a los 3 y a los 7 meses de su establecimiento (Primeras medidas de las plantas inoculadas: Junio 1997. Segundas medidas de las plantas inoculadas: Octubre 1997) A los siete meses del establecimiento del vivero en campo se arrancaron tres portainjertos de cada patrón y tratamiento. Se tiñeron las raices y se observaron las características de la colonización.

Para determinar la existencia de propágulos formadores de micorrizas en el suelo del vivero se realizaron dos ensayos.

A) Bioensayo para determinar el número más probable de propágulos en el suelo:
Este bioensayo consiste en diluciones de factores de 10 del suelo problema en dichas diluciones se hacen crecer plantas trampa y se utilizan 5 replicas para cada dilución. Los resultados se analizaron estadísticamente para obtener una estimación del número de propágulos en el suelo estudiado.

B) Otro ensayo consistió en utilizar plantas trampas para intentar aislar y reproducir el hongo nativo. En este caso se utilizaron puerros germinados axénicamente y trasplantados al suelo del vivero. También se utilizó una planta obtenida del vivero en que previamente se había comprobado la colonización, que se hizo crecer en arena esterilizada para tratar de obtener esporas del hongo nativo.

Resultados

Resultados de las medidas de crecimiento: A los tres meses de la inoculación (Tablas 7 y 8) se observa que las plantas de Cadaman no inoculadas artificialmente tienen una altura máxima superior a las plantas inoculadas con *Glomus intraradices*, en el caso de GF677 es a la inversa las plantas inoculadas con *Glomus intraradices* son mayores que las no inoculadas. Sin embargo no hay diferencias significativas al medir el diámetro de cuello.
A los siete meses de crecimiento (Tabla 9 y 10) el patrón GF 677 inoculado con *Glomus intraradices* da valores superiores tanto en altura como en diámetro respecto de las plantas no inoculadas. En el portainjertos Barrier se observa un mayor crecimiento del diámetro en las plantas no inoculadas, sin embargo esta diferencia no se observa en la altura. En el resto de patrones no se observan diferencias significativas**.**

Tabla 7: Altura máxima (cm) de los patrones de *Prunus* inoculados en vivero, en campo, a los tres meses de crecimiento

	PS101	CADAMAN	BARRIER	GxN	GF677
Control No inoculado	85.24a	99.38a	104.40a	105.92a	101.24 b
G. intraradices	85.26a	89.06 b	102.54a	103.26a	109.08a
G. etunicatum	-	-	-	59.91 b	-

Los valores seguidos de una misma letra en cada columna no difieren significativamente**.**

Tabla 8: Diámetro de cuello (mm) (medido a 5cm del suelo) de los patrones de *Prunus* inoculados en vivero, en campo, a los tres meses de crecimiento

	PS101	CADAMAN	BARRIER	GxN	GF677
Control No inoculado	10.47a	8.24a	8.46a	7.80a	8.29a
G. intraradices	10.22a	7.82a	8.69a	7.75a	8.62a
G. etunicatum	-	-	-	5.07 b	-

Los valores seguidos de una misma letra en cada columna no difieren significativamente.

Tabla 9: Altura máxima (cm) de los patrones de *Prunus* inoculados en vivero, en campo, a los siete meses de crecimiento

	PS101	CADAMAN	BARRIER	GxN	GF677
Control No inoculado	102.92a	155.08a	181.04a	177.58a	128.76 b
G. intraradices	107.62a	150.10a	170.92a	167.07 b	152.84a
G. etunicatum	-	-	-	172.78ab	-

Los valores seguidos de una misma letra en cada columna no difieren significativamente.

Tabla 10: Diámetro de cuello (mm) (medido a 5cm del suelo) de los patrones de *Prunus* inoculados en vivero, en campo, a los siete meses de crecimiento

	PS101	CADAMAN	BARRIER	GxN	GF677
Control No inoculado	14.51a	13.96a	15.74a	14.80a	12.4 b
G. intraradices	14.26a	13.50a	14.61 b	14.83a	14.30a
G. etunicatum	-	-	-	14.87a	-

Los valores seguidos de una misma letra en cada columna no difieren significativamente.

Determinación del potencial micorrícico del suelo: A partir de los resultados obtenidos en el bioensayo realizado con suelo de vivero muestreado en Junio de 1997 se estima que el potencial micorrícico del suelo era de:

Suelo de Vivero: 174 propágulos/100 ml suelo.

El otro ensayo se realizó con plantas trampa y se observó que a los tres meses de las 6 plantas trampa, 2 presentaban la simbiosis. La colonización radical tenía las características asociadas a un hongo de la especie *Glomus*.

Estudio de la micorrización de los patrones de *Prunus* inoculados y no inoculados:

Plantas Control No inoculadas: Todas presentaban la simbiosis. Las características de la colonización radical no eran las mismas que las asociadas al hongo introducido artificialmente. Por lo tanto las plantas control fueron colonizadas por un endófito nativo, adaptado al terreno,. La efectividad en la promoción del crecimiento y la rapidez en la colonización radical eran comparables a las del hongo introducido artificialmente. Unicamente en el caso del patrón GF677 el hongo introducido, *G. intraradices*, era más eficaz que los hongos nativos.

Plantas inoculadas con G.intraradices: Alrededor de 50% de las plantas inoculadas de forma artificial presentaban colonización mixta de *G.intraradices* y del (de los) hongos nativos.

Plantas inoculadas con G. etunicatum: Las plantas del patrón GxN inoculadas con *G. etunicatum* presentaban en sus raíces evidencia de una colonización triple, de *G. intraradices*, *G. etunicatum* y también de hongos nativos.

Conclusiones

Todos los patrones empleados son susceptibles a la micorrización

El terreno utilizado para el vivero tiene un número muy alto de propágulos de micorriza por lo que la simbiosis se establece de forma natural.

La efectividad y capacidad colonizadora de los hongos nativos es comparable con la del hongo pre-seleccionado *Glomus intraradices* introducido artificialmente.

La asociación del patrón GF677 con el hongo introducido *G. intraradices* resulta en un incremento del crecimiento (medido como altura y como grosor del cuello). Ello parece indicar una cierta especificidad entre ambos simbiontes.

A los siete meses de su establecimiento, todas las plantas presentaban la simbiosis, ya fuera con los hongos nativos, con el hongo introducido o con ambos. Consecuentemente no se podía considerar ningún tratamiento como Control

Aspecto general del vivero de AFREXPORT

Estudio 2 : Evaluación en campo del efecto de la micorrización artificial en patrones de *Prunus* injertados con una misma variedad.

Plantas de los patrones CADAMAN, BARRIER, GxN 22 y GF-677 del estudio anterior se trasplantaron en Diciembre 1997, a un marco de plantación de 5 x 2.5m, y se injertaron con la misma variedad de melocotonero "Rich Lady".
El terreno donde se establecieron las plantas era una replantación arrancada en Junio 94, en la Finca Guadiamar de FRUTANSA (grupo ALM). Se consideraron dos tratamientos: inoculación artificial con *Glomus intraradices*, y micorrización natural a partir del suelo de vivero, con doce plantas para cada tratamiento.

Las plantas se fertiirrigaron , y al finalizar el segundo periodo de crecimiento, en setiembre de 1999, se determinó el diámetro de cuello de los árboles a 20 cm del suelo.

Resultados

Todas las plantas utilizadas estaban micorrizadas, ya fuera artificialmente o con el inóculo nativo. En este estudio el crecimiento de las plantas del porta-injertos GXN 22 inoculadas artificialmente fue mayor que el de las plantas colonizadas por el endófito nativo.

Tabla 11: Diámetro de cuello (mm) (medido a 20 cm del suelo) de los patrones de *Prunus* inoculados en vivero, trasplantados e injertados con la variedad "Rich Lady" en campo, a los 31 meses de crecimiento

	CADAMAN	BARRIER	GxN	GF677
Control No inoculado	69.74a	64.76a	53.24a	69.35a
G. intraradices	70.39a	64.60a	64.86 b	66 75a

Los valores seguidos de una misma letra en cada columna no difieren significativamente.

Tabla 12: Diámetro de cuello (mm) (medido a 20 cm del suelo) de los patrones de *Prunus* inoculados en vivero, trasplantados e injertados con la variedad "Rich Lady" en campo, a los 43 meses de crecimiento

	CADAMAN	BARRIER	GxN	GF677
Control No inoculado	85.46a	84.86a	75.94a	90.11a
G. intraradices	87.85a	80.92a	88.39 b	86.48a

Los valores seguidos de una misma letra en cada columna no difieren significativamente.

Conclusiones

Después de 31 meses, y hasta los 43 en que se siguieron las medidas la inoculación artificial con *Glomus intraradices*, hongo pre-seleccionado en las instalaciones del IRTA, parece haber dado una ventaja al patrón GxN 22, mientras que los demás patrones estudiados no presentan diferencias en el crecimiento atribuibles a una mayor eficacia del hongo introducido frente al hongo nativo.

Estudio 3 : Evaluación en campo del efecto de la micorrización artificial en plantas de olivo de la variedad "Arbequina"

Ensayo 1: Micorrización temprana, en campo, de plantas de olivo de la variedad arbequina

El objetivo de este ensayo era valorar la eficacia de la micorrización temprana de los olivos, directamente en el campo, en el desarrollo vegetativo de las plantas.

Materiales y métodos.

Las estaquillas enraizadas se obtuvieron de Agromillora Catalana S.A. Las plantas se pusieron en campo en la Finca La Boella (Reus). El diseño del experimento consistió en tres bloques (A, B y C) determinados para tener en cuenta diferencias del terreno apreciables a simple vista (pendiente, orientación..). En el análisis físico químico del suelo se determinó que el contenido en fósforo y nitrógeno era bajo(P=5ppm; N =0.08%) y el pH=8.2 .
Para inocular las plantas se utilizó inóculo bruto (raíces y suelo rizosférico de puerros cultivados en arena autoclavada en condiciones controladas). El inóculo se añadió en el agujero de plantación a razón de 50cc de inóculo por árbol. La riqueza del inóculo era de 1300 propágulos /100ml.
El bloque A contaba con 31 árboles para cada tratamiento, el bloque B con 36 y el bloque C con 43.
A los 6 y a los 20 meses después de la plantación y de la inoculación se determinó el crecimiento de las plantas midiendo la altura máxima y el diámetro de cuello.
Se estimó el número más probable de propágulos de hongos formadores de micorrizas presentes en cada uno de los bloques mediante un bioensayo cuya metodología ya se ha especificado en el apartado anterior.

Resultados

Resultados de las medidas de crecimiento: A los seis meses, en todos los bloques, las plantas inoculadas tenían un mayor crecimiento que las controles, tanto en altura máxima como en diámetro.
A los 20 meses en el bloque A, se observaban diferencias significativas entre ambos tratamientos al considerar la altura máxima, mientras que en los bloques B y C se mantenían las diferencias significativas en el diámetro.

Determinación del potencial micorrícico del suelo:

Bloque A: 114 propágulos /100 ml
Bloque B: 17.3 propágulos /100 ml
Bloque C: 759 propágulos /100 ml

A pesar de la proximidad de los bloques se observan diferencias notables en el potencial micorrícico del suelo. Sin embargo estas diferencias no inciden en la eficacia de la micorrización temprana que es positiva incluso en el bloque C, con un elevado número de propágulos.

Bloque	Tratamientos	Altura Máxima (Nov 98)	Diámetro (Nov 98)	Altura Máxima (Feb.00)	Diámetro (Feb.00)
A	Control	65 a	9.55 a	165 a	23.7 a
	Glomus intraradices	81 b	11.12 b	181 b	24.1 a
B	Control	64 a	8.53 a	170 a	20.15 a
	Glomus intraradices	80 b	11.31 b	178 a	25.71 b
C	Control	71 a	7.61 a	161 a	24.34 a
	Glomus intraradices	82 b	8.29 b	168 a	26.84 b

Los valores seguidos de una misma letra en cada sección no difieren significativamente.

Tabla 12: Efectos de la inoculación con MA, en el momento del transplante, en el crecimiento de plantas de olivo "Arbequina"

Conclusiones

La micorrización artificial realizada en el momento del trasplante de olivos procedentes de vivero resulta en un mejor crecimiento en el periodo de tiempo evaluado (1 año y medio).

La presencia de un elevado número de propágulos no afecta en este caso a la estimulación del crecimiento asociada a la inoculación artificial con un hongo seleccionado.

Aspecto de una de las parcelas experimentales a los 20 meses del trasplante de las plantas

Ensayo 2: Evaluación de la respuesta a largo plazo, en campo, de olivos de la variedad "Arbequina" micorrizados . Crecimiento vegetativo y producción.

El objetivo de este ensayo era la valoración a largo plazo de la respuesta en campo de olivos micorrizados artificialmente, comparando dos hongos de colección de eficacia probada.

Materiales y métodos

Las plantas se trasplantaron de un contenedor de 300 ml a una bolsa de 1000 ml con una mezcla de substratos orgánicos comercial (BVU Prodeasa). Este transplante se realizó para endurecer las plantas, en ese momento se inocularon las plantas para la realización de este ensayo. Se utilizaron dos hongos *Glomus mosseae* y *Glomus intraradices*. El inóculo se administró en forma de capa fina (25 cc) debajo de las raíces. Las plantas se mantuvieron en el vivero durante 11 meses.

Las plantas se pusieron en campo en la Finca Gertusa el término Municipal de Sástago, (FRUTESA). Sástago está ubicado en la comarca de los Monegros, zona de clima semi-árido con una pluviometría de 300 mm/año. Las características del suelo quedan reflejadas en la Tabla 13.

Tabla 13: Propiedades del suelo de la plantación en Sástago

pH	7.9
CE (25 ºC, 1:5)	0.76 dS/m
Materia orgánica (%)	3.3
Carbonatos totales (%)	39
Pluviometría	300 mm

El diseño de la plantación era de 5 bloques de 20 plantas por tratamiento (Control, inoculadas con *Glomus intraradices*, e inoculadas con *Glomus mosseae*)

Las plantas se cultivaron en plantación intensiva (marco de plantación 3x4) con fertiirrigación. Se fueron realizando podas de formación para conseguir una plantación adaptada a la cosecha mecánica en contínuo.

El crecimiento de las plantas se siguió durante 41 meses.

Se midieron la altura total y máxima en el momento del trasplante del vivero al campo.

A los 12, 17, 23, 30, 36, y 41 meses de la inoculación se midió el crecimiento de las plantas determinándose la altura máxima y el diámetro del tronco a 20 cm del suelo.

En el momento del establecimiento de la plantación se determinó el número más probable de propágulos de hongos MA en la parcela.

A los 23 y 36 meses, primavera del segundo y tercer año, se determinaron los nutrientes en hoja de los árboles. Para ello se tomaron de cada bloque una muestra compuesta por tratamiento. La muestra estaba formada por cincuenta hojas obtenidas del centro de una rama.

En el momento del trasplante (a los 11 meses de la inoculación), a los 17 (6 meses del transplante) y 36 meses (2 años del transplante) se obtuvieron raíces de los árboles, se tiñeron y se observó la colonización radical.

A los 41 meses, otoño del tercer año, se procedió a la recogida de la primera cosecha. La cosecha se hizo manualmente y se recogió individualmente el producto de cada árbol.

Resultados

Determinación del potencial micorrícico del suelo

El resultado del bioensayo ha sido de 1.14 propágulos /100 ml de suelo. Es una densidad de inóculo muy baja, que puede deberse a la manipulación del suelo que se hizo para optimizar el terreno (arado profundo y eliminación de piedras)

Resultados de la colonización radical

Se tomaron muestras de raíces en el momento del trasplante, a los seis meses (17 meses de la inoculación) y a los dos años (36 meses de la inoculación). Las muestras tomadas a los dos años de la plantación debido al tamaño de muestra reducido y a la lignificación de las raíces obtenidas solo permitieron valorar la presencia o ausencia de la simbiosis, pero no permitieron una estimación objetiva del porcentaje de raíz colonizada.

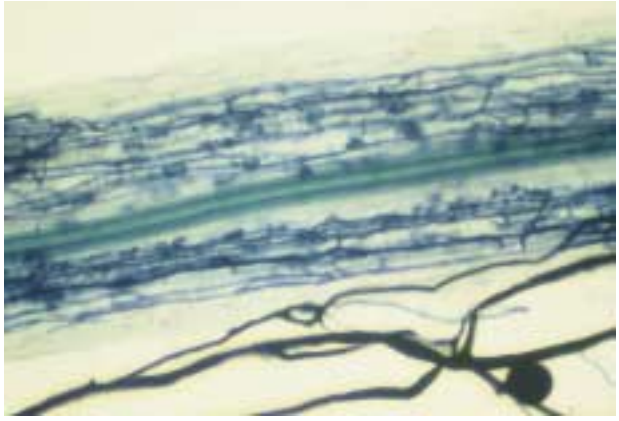
A los seis meses del trasplante (17 meses de la inoculación) los olivos no inoculados artificialmente en el vivero presentaban la simbiosis. Este dato nos indica que incluso en suelos con un número bajo de propágulos los olivos forman la simbiosis rápidamente. A pesar de que las plantas control formen la simbiosis, el estímulo del crecimiento asociado a los hongos introducidos es superior. (Tabla 14)

El hongo *Glomus intraradices* favorece el crecimiento e incluso la producción de los árboles en mayor medida que el otro hongo ensayado: *Glomus mosseae*, sin embargo al determinar sus porcentajes de micorrización en la raíz no se observan diferencias.

Tabla 14: Colonización radical de olivos variedad arbequina pre-inoculados con hongos formadores de micorrizas arbusculares

	Control	***G.intraradices***	***G. mosseae***
% colonización en el trasplante	NA	73 ±13%	62±8%
% colonización radical a los 17 meses de la inoculación	26±14%	81±11%	76±15%
%colonización radical a los 36 meses de la inoculación	+	+	+

NA*: No Aparente



Aspecto de la colonización radical por *Glomus intraradices*

Resultados de crecimiento

En el momento del transplante ya se veían diferencias entre plantas micorrizadas y plantas no micorrizadas (Tabla 15). Estas diferencias se han mantenido (Tabla16), aunque las plantas control, no inoculadas, ya presentaban colonización por hongos nativos a los seis meses del transplante (Tabla 14). Este ensayo se ha controlado periódicamente durante más de tres años, lo que permite dar resultados de la efectividad de la simbiosis a largo plazo.

Tabla 15: Desarrollo vegetativo de los olivos variedad "Arbequina" en el momento del transplante a campo.

	Altura máxima	Crecimiento total
Control	**55 a**	**117 a**
Glomus mosseae	**81 b**	**295 b**
Glomus intraradices	**86 c**	**320 b**

Los valores seguidos de una misma letra en cada columna no difieren significativamente.

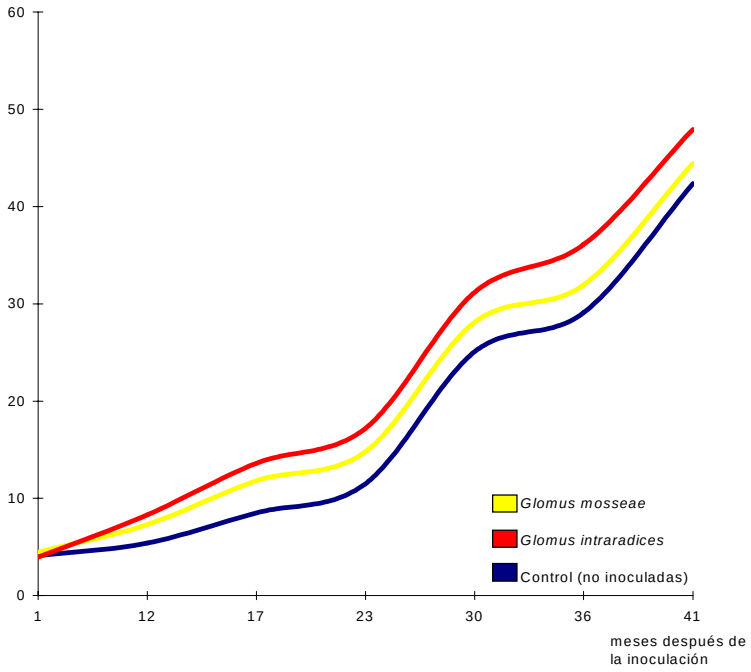
Tabla 16: Desarrollo vegetativo de los olivos de la variedad "Arbequina" inoculados con micorrizas arbusculares en plantación intensiva.

Tiempo después de la inoculación (meses)	Tratamientos	Altura Máxima	Diámetro
12	Control	59 a	5.43 a
	Glomus mosseae	85 b	7.35 b
	Glomus intraradices	88 b	8.34 c
17	Control	87 a	8.57 a
	Glomus mosseae	107 b	11.82 b
	Glomus intraradices	115 c	13.60 c
23	Control	98 a	11.50 a
	Glomus mosseae	116 b	14.82 b
	Glomus intraradices	124 c	17.15 c
* **30**	Control	149 a	25.08 a
	Glomus mosseae	156 b	28.10 b
	Glomus intraradices	159 b	31.18 c
36	Control	166 a	29.10 a
	Glomus mosseae	173 b	31.95 b
	Glomus intraradices	175 b	36.10 c
* **41**	Control	213 a	42.37 a
	Glomus mosseae	210 a	44.45 b
	Glomus intraradices	216 a	47.95 c

Los valores seguidos de una misma letra en cada sección no difieren significativamente.

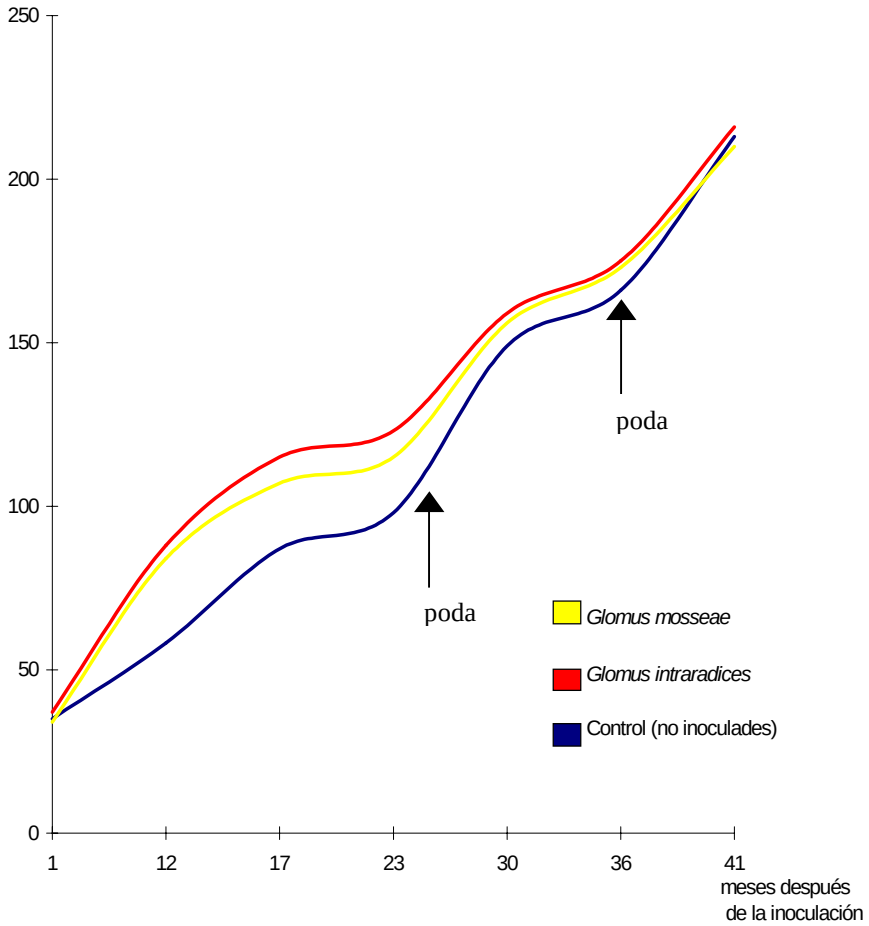
* A los 24 y a los 37 meses se realizó una poda de despunte con el objeto de igualar en altura los árboles y favorecer la emisión de brotes.

Gráfico 1: Evolución del diámetro de cuello (en mm) de olivos de la variedad "Arbequina" inoculados en vivero con micorrizas arbusculares.



Desde las primeras medidas de crecimiento el hongo *Glomus intraradices* se ha mostrado el más eficaz en la promoción del crecimiento de la planta en campo, confirmando los primeros resultados obtenidos en condiciones controladas en invernadero en el IRTA.
A pesar de la presencia de hongos nativos que colonizaron las raices de las plantas no inoculadas en vivero, el hongo *Glomus mosseae* fue más efectivo que los hongos nativos.

Gráfico 2: Evolución de la altura máxima (en cm) de olivos de la variedad "Arbequina" inoculados en vivero con micorrizas arbusculares



Al observar las curvas de crecimiento, tanto las de altura máxima(Gráfico 2) como las del diámetro (Gráfico 1), se observa como el ritmo de crecimiento es distinto en los dos primeros años, al año del transplante a campo los ritmos de crecimiento son semejantes, sin embargo debido a la ventaja inicial las plantas inoculadas artificialmente siguen siendo las más desarrolladas. Todo ello subraya la importancia de la micorrización temprana de las plantas ya que la ventaja que se les confiere es duradera, al menos cuando se consideran condiciones de crecimiento como las del estudio que nos ocupa. En el gráfico de la altura máxima se observa como por efecto de la poda la altura de los tres tratamientos se va igualando . Sin embargo en el gráfico del diámetro los tres tratamientos siguen manteniendo sus diferencias.

Resultados de los análisis foliares:

Los análisis foliares realizados muestran como en el primer año de crecimiento en campo los árboles inoculados en vivero presentan una mejor nutrición fosforada, y también se observan diferencias positivas en la nutrición de potasio y calcio mediadas por la simbiosis con *Glomus intraradices*. (Tabla 17) En cualquier caso los resultados de los análisis foliares muestran que todas las plantas mantenían sus niveles dentro del intervalo de referencia.

Tabla 17: Análisis foliares después del primer año de crecimiento en campo

ELEMENTO	CONTROL	*G.MOSSEAE*	*G.INTRARADICES*	REFERENCIA
N (%)	2.448	2.496	2.696	<1.5, 1.5-2.5,>2.5
P (%)	0.145 a	0.180 b	0.176 b	<0.1, 0.1-0.3, >0.3
K (%)	1.052 a	1.106 ab	1.184 b	<0.5-0.8,0.9-1.2, >1.2
Ca (%)	1.48 a	1.664 ab	1.698 b	<1.0, >1.0
Mg (ppm)	845	936	893	<0.2, >0.2 (%)
Na (ppm)	377	372	378	
S (%)	0.224 a	0.262 b	0.252 ab	
Fe (ppm)	124 b	109 ab	91 a	
Mn (ppm)	58	59	59	<25, >25
Cu (ppm)	8.0 a	9.4 ab	10.0 b	
Zn (ppm)	23.2 a	30 b	27 ab	<25, >25
B (ppm)	24.6 b	20.2 a	21 a	<15-19, 20-75, >75

Los valores seguidos de una misma letra en una misma fila no difieren significativamente.

Los análisis del segundo año muestran que los valores se siguen manteniendo dentro del marco de los valores de referencia, sin embargo la situación inicial se ha invertido y en este momento las plantas inoculadas, que presentan un mayor crecimiento tienen niveles significativamente más bajos de algunos elementos, ello podría ser debido a fenómenos de dilución documentados en otras situaciones.(Tabla 18)

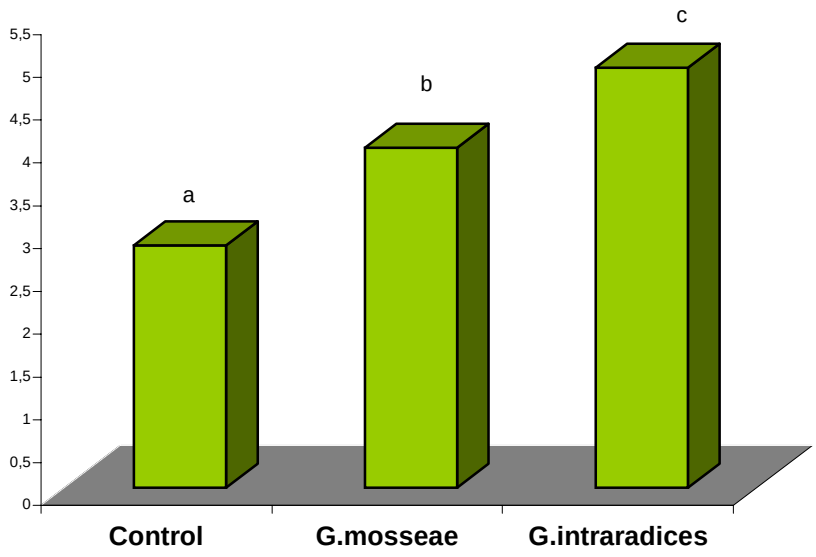
Tabla 18: Análisis foliares después del segundo año de crecimiento en campo

ELEMENTO	CONTROL	*G.MOSSEAE*	*G.INTRARADICES*	REFERENCIA
N (%)	2.0a	1.776b	1.904ab	<1.5, 1.5-2.5,>2.5
P (%)	0.138 a	0.103 b	0.117 ab	<0.1, 0.1-0.3, >0.3
K (%)	1.006	0.906	0.97	<0.5-0.8,0.9-1.2, >1.2
Ca (%)	0.283	0.132	0.152	<1.0, >1.0
Mg (ppm)	825	923	956	<0.2, >0.2 (%)
Na (ppm)	380	318	284	
S (ppm)	1622	1400	1575	
Fe (ppm)	70	56	60	
Mn (ppm)	32	35	31	<25, >25
Cu (ppm)	107	83	78	
Zn (ppm)	24.0 a	16.0 b	20 ab	<25, >25
B (ppm)	18.6 a	15.8 b	17.6 ab	<15-19, 20-75, >75

Los valores seguidos de una misma letra en una misma fila no difieren significativamente.

Estaquillas enraizadas del cultivar “Arbequina” (Agromillora Catalana)

Gráfico 3: Producción de olivos de la variedad “Arbequina” inoculados en vivero con micorrizas arbusculares (primera cosecha)



Resultados de producción

Los resultados de producción (Gráfico 3) demuestran que la efectividad de la pre-inoculación con micorrizas arbusculares va más allá de un incremento en el desarrollo vegetativo sino que incide positivamente en la producción. La utilización de un inóculo seleccionado mejora el rendimiento por árbol en un 60%.

Vivero de endurecimiento al aire libre (Alfamen. Frutesa)

Plantación de olivos preinoculados en Sástago (Frutesa)

Olivos preinoculados con *Glomus intraradices* y no inoculados (Control). Plantación de Frutesa (Sástago). A los 36 meses de la inoculación y 24 meses del trasplante a campo.

Conclusiones Generales para el Objetivo 2

En patrones de *Prunus* se ha visto como en condiciones normales todos los patrones establecen rápidamente la simbiosis con hongos nativos del suelo.

La eficacia de *Glomus intraradices*, hongo preseleccionado por su efectividad en incrementar el crecimiento de plantas leñosas en suelos calcáreos, queda ligada a una especificidad funcional hongo-patron, en el caso de los patrones de *Prunus.*

En condiciones de estrés, por ejemplo en el suelo de replante estudiado, aún cuando la situación agronómica sea óptima, la inoculación con un hongo preseleccionado es beneficiosa para la planta.

En olivo se ha visto como dos de las variedades más utilizadas “Picual” y “Arbequina” establecen la simbiosis.

En condiciones en campo la preinoculación con *Glomus intraradices* favorece el crecimiento de los olivos a medio y largo plazo.

En condiciones edafoclimáticas extremas (clima semiárido) la preinoculación de los olivos de la variedad “Arbequina” permite doblar la cosecha el primer año.

Por todo ello la preinoculación de olivos ha de ser un factor a considerar si se quiere establecer un cultivo en una zona con características climáticas extremas y se desea acelerar la entrada en producción de la plantación.

Estos resultados establecen que sin lugar a dudas la simbiosis micorriza es un factor a tener en cuenta en los cultivos de frutales de hueso y en la olivicultura.

En suelos de elevada fertilidad natural la simbiosis se establece de forma espontánea, sin embargo en suelos con problemas, (suelos de replante, o suelos con baja fertilidad) los resultados, obtenidos en campo, de la inoculación artificial con micorrizas arbusculares son muy positivos.

Agradecimientos

El equipo investigador del IRTA quiere agradecer las facilidades con las que ha contado en todo momento por parte de las personas involucradas en el proyecto tanto de Agromillora Catalana S.A. como de Frutesa y del grupo ALM.

Especialmente quiere agradecer a D. Joan Samsó de Agromillora Catalana S.A. y a D. Juan Negueroles de Frutesa y del grupo ALM su disponibilidad para la colaboración y su apoyo al proyecto.

Al Dr. D. Jorge Pinochet de Agromillora Catalana S.A. su ayuda inestimable, su consejo e interés a lo largo de todo el proyecto.

A D. Luis Angel Pérez Cobo del grupo ALM en Sevilla su participación y ayuda en la selección de parcelas y en el seguimiento de los ensayos de campo.

A D. Angel Envid de Frutesa su colaboración en el establecimiento y seguimiento de las parcelas de olivo en Zaragoza.

A D. José Manuel Romero Muñoz del grupo ALM en Sevilla su contribución en la toma de datos para el seguimiento de los ensayos.