



2025 | **16-20**
GIJÓN | **JUNIO**

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1299

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





Programa experimental del Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales El Serranillo para la diversificación de la truficultura en entornos mediterráneos. X

PÉREZ GÓMEZ, M.E. (1) y ÁLVAREZ LAFUENTE, A. (2)

(1) Subdirección General de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

(2) Grupo TRAGSA.

Resumen

La truficultura tiene como objetivo la obtención de trufa mediante el cultivo de planta forestal micorrizada con un hongo que produce estos cuerpos de fructificación, de forma que sea posible su recolección de forma similar a la de otros productos alimentarios de origen agrícola, frente al método tradicional de recolección de trufas silvestres en el monte. En España, el cultivo mayoritario es de encina (*Quercus ilex*) con trufa negra (*Tuber melanosporum*), y se concentra en aquellas zonas que presentan una ecología favorable para este hongo en concreto, distribuyéndose principalmente en el entorno del Sistema Ibérico y ciertas zonas de Castilla y León. Con este programa se pretende obtener conocimiento sobre la producción de planta de distintas especies de *Pinus* y de *Quercus* micorrizadas con los hongos *Tuber borchii* y *Tuber aestivum*, su comportamiento en campo, y su aptitud para establecer la truficultura, con un modelo más o menos intensivo, en zonas de la península ibérica en las que actualmente no se contempla esta opción por no ser ecológicamente aptas para la trufa negra.

Palabras clave

Trufa, ectomicorrizas, micológico, micología, cultivo.

1. Introducción

Las trufas (*Tuber*) son hongos ectomicorrícicos caracterizados por sus cuerpos de fructificación hipogeos, que en ciertas especies tienen un alto valor comercial por sus aptitudes culinarias. En España destacan la trufa negra (*Tuber melanosporum*), la trufa de verano (*Tuber aestivum*), la trufa borde o machenca (*Tuber brumale*) y la blanquilla o bianchetto (*Tuber borchii*).

Ante el declive de la producción silvestre y la existencia de un mercado en crecimiento, el cultivo trufero resulta una opción interesante frente a otros cultivos agrícolas, especialmente en terrenos donde estos últimos presentan un bajo rendimiento (BÜNTGEN ET AL., 2012).

Hasta ahora, la truficultura se ha centrado principalmente en *T. melanosporum* por ser la más apreciada gastronómicamente y la de mayor valor económico, con una limitación territorial debida a los requerimientos ecológicos de esta especie: piso supramediterráneo y suelos calizos (Figura 1).



Figura 1. Anuario de Estadística Forestal 2013 (Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017)

2. Objetivos

El programa experimental sobre micorrización con especies del género *Tuber* que está desarrollando el CNRGF El Serranillo desde 2013 tiene como objetivo la diversificación de la truficultura en entornos mediterráneos, explorando las distintas combinaciones posibles planta-hongo, la amplitud ecológica de las distintas especies, y el aprovechamiento múltiple de estos cultivos agroforestales.

Para ello se han seleccionado *Tuber borchii* y *T. aestivum*, ya que ambas especies presentan mayor amplitud ecológica que *T. melanosporum*, especialmente *T. borchii*, que está presente de forma natural en suelos con pH neutro o ligeramente ácido.

El programa se desglosa en dos líneas:

- Determinación del protocolo de cultivo en vivero de planta de calidad forestal de *Pinus* y *Quercus* mediterráneos micorrizada con *T. aestivum* y *T. borchii*.
- Implantación de parcelas experimentales para la comparación de las distintas combinaciones planta-hongo aptas para un mismo terreno, así como del cultivo monoespecífico frente a la masa mixta, y de distintas técnicas de manejo.

3. Metodología

3.1.- Determinación del protocolo de cultivo en vivero de planta de calidad forestal de *Pinus* spp. y *Quercus* spp. mediterráneos micorrizada con *T. aestivum* y *T. borchii*.

Basándonos en ensayos previos, en la bibliografía consultada sobre micorrización tanto natural como en vivero (GRANETTI ET AL. 2005; IOTTI ET AL. 2010; URBAN AND PLA, 2010, BENUCCI ET AL. 2012; BENUCCI ET AL. 2012B; LANCELLOTTI AND FRANCESCHINI 2013; LANCELLOTTI ET AL 2014; STOBBE ET AL. 2013; GARCÍA-MONTERO ET AL., 2014; MORCILLO ET AL. 2015; GRYNDLER 2016) y en la ecología de las especies (planta y hongo), se han seleccionado las siguientes combinaciones a estudiar (Tabla 1).

Tabla 1. Combinaciones planta-hongo objeto de estudio.

<i>Pinus nigra</i>	<i>Tuber aestivum</i>
	<i>Tuber borchii</i>
<i>Pinus pinaster</i>	<i>Tuber borchii</i>
<i>Pinus halepensis</i>	<i>Tuber aestivum</i>
	<i>Tuber borchii</i>
<i>Pinus pinea</i>	<i>Tuber aestivum</i>
	<i>Tuber borchii</i>
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	<i>Tuber aestivum</i>
	<i>Tuber borchii</i>
<i>Quercus faginea</i>	<i>Tuber aestivum</i>
	<i>Tuber borchii</i>
<i>Quercus suber</i>	<i>Tuber borchii</i>

Para la producción de planta micorrizada en el CNRGF El Serranillo, se tienen en cuenta los requisitos de calidad cabal y comercial aplicables a las plantas comercializadas en regiones de clima mediterráneo, establecidos por el Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción, en su Anexo VII, parte E. Con estos requisitos se trata de asegurar su aptitud para el cultivo forestal no intensivo, con una morfología que garantice su supervivencia en condiciones desfavorables.

Por otra parte, se fijan los siguientes requisitos de calidad micorrícica:

- Ausencia de micorrizas de otra especie de *Tuber* diferente a la inoculada.
- Mínimo de 900 puntas tróficas.
- Grado de micorrización:
 - Número de ápices micorrícicos con hongos contaminantes no excluyentes siempre inferior al número de las que lo están con el hongo inoculado.
 - Existencia de un mínimo de 100 ápices micorrícicos de la trufa inoculada.

Con estos objetivos de calidad, se lleva a cabo la producción de planta y tras un período variable entre 6 y 10 semanas de cultivo en invernadero, se inocula con el hongo correspondiente mediante la adición de una solución esporal al sustrato.

El inóculo se obtiene a partir de trufas frescas maduras. Cada carpóforo se evalúa al microscopio para confirmar mediante las esporas la especie y su grado de madurez, ya que la dosis de inóculo (gramos de trufa fresca /planta) se calcula en función de esta última.

Una vez confirmadas las especies y descartadas posibles contaminaciones, se limpian, se laminan lo más fino posible y se deshidratan en estufa a 45°C durante 48-72 horas dependiendo del grado de humedad.

Para la preparación de la solución esporal, las láminas se rehidratan y se trituran en licuadora o batidora cuidando de evitar la rotura de las esporas, observando las suspensiones en microscopio. Determinada la dosis, la dilución se lleva a un volumen total y se hacen aplicaciones en dos pulsos de 5 ml de disolución por planta con jeringuilla.

A partir de los cinco meses tras la inoculación, y durante todo el período de cultivo se hacen revisiones mensuales de los cepellones en superficie para valorar la presencia de micorrizas de la especie de *Tuber* inoculada y las posibles



contaminaciones.

Se realiza la evaluación del estado de micorrización, ajustando la fecha al momento adecuado para su implantación en campo (otoño y primavera) para disponer de una referencia de la calidad micorrícica inicial de cada planta y poder relacionarla con su comportamiento posterior en cuanto al mantenimiento de la micorriza y la consecución de la fructificación.

Se evalúan 12 plantas por lote, siendo cada lote la combinación de año + especie arbórea x especie fúngica + variable de cultivo. Cada lote se compone de, al menos, dos bandejas, y se seleccionan al azar de ambas, para obtener una muestra aleatoria del ensayo.

Aparte de comparar el comportamiento de los distintos hospedantes con cada especie de *Tuber*, las variables que han sido objeto de estudio entre 2021 y 2024 para establecer un protocolo de cultivo en vivero han sido las siguientes:

- Sustrato (con/sin perlita, con/sin enmienda caliza)

El sustrato empleado para el cultivo de planta destinada a la truficultura con *T. melanosporum* requiere de una enmienda con carbonato cálcico para ajustar el pH entorno a 8. En las combinaciones planta-hongo usadas en nuestros ensayos hemos observado que algunas especies presentan clorosis y un menor crecimiento respecto a la producción general de vivero (planta no micorrizada), cultivada en sustrato sin enmienda.

Para verificar si es posible la micorrización con *T. aestivum* y *T. borchii* eliminando la enmienda caliza o disminuyéndola, se plantea un ensayo comparativo utilizando como planta huésped *P. pinaster*, *P. halepensis*, *P. pinea*, *Q. ilex* y *Q. suber*.

Por otro lado se quiere valorar el uso de la perlita, habitual en los sustratos de cultivo de planta trufera, en la mejora de la micorrización de las especies estudiadas. Para ello, se compara el sustrato sin perlita con la mezcla en volumen 80:20 con perlita de granulometría 3-6 mm.

Estas combinaciones con/sin enmienda y con/sin perlita se realizan usando como sustrato turba rubia fertilizada FPM 420 W F6 R8039 (NPK 16-4-17; Kekkilä Oy), de granulometría media-fina (0-20 mm), y pH inicial 4.6-4.8.

- Volumen del contenedor

Dado que se requiere un período de tiempo variable según la especie para conseguir la micorrización, es necesario ajustar el volumen del contenedor para que en ese período la planta haya sido capaz de desarrollar un cepellón consistente que garantice su supervivencia en campo, sin llegar a una colonización del sustrato excesiva que pueda limitar el desarrollo del sistema radical.

La planta destinada a truficultura con *T. melanosporum* se cultiva tradicionalmente en contenedores de entre 450 cm³ y 600 cm³. Teniendo en cuenta los criterios de calidad de planta forestal, en el CNRGF El Serranillo las producciones previas de planta micorrizada se han realizado de forma general con contenedores de 400 cm³ para *Quercus* spp., y de 300 cm³ para *Pinus* spp.

Para intentar favorecer la formación de sistema trófico más rápidamente y así conseguir el óptimo de micorrización en un menor tiempo y reducir el riesgo de colonización por contaminantes, se hace un ensayo comparativo reduciendo el volumen del contenedor en planta micorrizada con *T. borchii*. Las especies estudiadas son *Q. ilex* y *Q. faginea*, comparando contenedores de 300 cm³ y 400



cm³, y *P. nigra*, comparando 150 cm³ y 300 cm³.

Por otra parte, se ensaya en *Q. suber* un volumen de 650 cm³ frente al de 400 cm³, dado que éste puede resultar insuficiente para tiempos de cultivo superiores a 9 meses.

Se evalúa la planta a una edad de 12 meses.

- Dosis de inóculo

La dosis habitual de inóculo es de 1 g. de trufa fresca/planta. En primer lugar, se ensayó si aumentar la dosis a 1,5-2 g suponía una mejora en la micorrización. En segundo lugar, debido al incremento de la proporción de carpóforos con baja madurez esporal suministrados para la producción de inóculo, se evaluó si la inoculación con una disolución esporal de calidad media repercute en la calidad micorrícica final de la planta. Para ello, dentro de cada lote se inoculó un grupo de plantas con inóculo de calidad media (la mitad de las esporas se encuentran en el óptimo de madurez) y el resto con inóculo de calidad alta (grado de madurez adecuado), ambos con dosis de 1 g/planta.

- Cultivo en invernadero frente a cultivo exterior

Una de las condiciones tradicionales para la obtención de planta trufera es el cultivo en invernadero, algo que no encaja en los protocolos de producción de planta de calidad forestal para ambientes mediterráneos (Cortina et al., 2006). Tras comprobar durante sucesivos años el éxito en la micorrización de diferentes especies arbóreas con *T. aestivum* y *T. borchii* en cultivo interior, en 2021 se plantea la posibilidad de obtener planta micorrizada trasladando las plantas al área sombreada después de 2-3 semanas de la inoculación en los invernaderos y completando su cultivo en el exterior.

3.2.- Implantación de parcelas experimentales.

Mediante la instalación de plantaciones en campo se pretende comparar el comportamiento de las distintas combinaciones planta-hongo aptas para un mismo terreno, así como del cultivo monoespecífico frente a la masa mixta, y de distintas técnicas de manejo.

Para la selección de parcelas se utilizaron los siguientes criterios:

- el carácter público del terreno
- el uso agrícola en los años anteriores para prevenir presencia en el suelo de otros hongos forestales que pudieran interferir en la micorriza
- condiciones ecológicas favorables para varias de las combinaciones planta-hongo estudiadas en vivero, para lo que además del componente climático se valoraron las condiciones edáficas mediante un análisis de suelos.
- fácil acceso y viabilidad de mantenimiento (desherbado, aplicación de riegos de apoyo, etc...)

Las parcelas seleccionadas fueron las siguientes:

- dos parcelas de cultivo ubicadas respectivamente en los montes públicos MUP 47 "Dehesa" de Hita y MUP 138 "Montecillo" de Embid (Guadalajara), con la conformidad de los ayuntamientos correspondientes como titulares de los terrenos, y disponible en el marco del Convenio con la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha, aprobado por Resolución de 11 de mayo de 2021, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente (B.O.E. n.º 117, de 17 de mayo de 2021).
- una parcela de cultivo en el Vivero de Holguera (Cáceres), disponible en el marco el Convenio con la Junta de Extremadura, aprobado por Resolución

de Resolución de 10 de diciembre de 2021, de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación (B.O.E. nº 299, de 15 de diciembre de 2021).

Los principales datos descriptivos del ambiente de cada parcela quedan recogidos en la Tabla 2, y las plantaciones realizadas en cada una de ellas se describen en la Tabla 3.

Tabla 2. Datos descriptivos del ambiente de las parcelas

	Altitud (m.s.n.m.)	Clima		Suelo		
		T anual	Pp anual (mm)	pH en agua (1:2,5)	Arena-Limo- Arcilla	Caliza activa
PARCELA 1: MUP 47 "DEHESA" DE HITA (GUADALAJAR A)	876	12°C	568	8,41	30-31-39	5%
PARCELA 2, MUP 138 "MONTECILLO" DE EMBID (GUADALAJAR A)	1.078	10,1°C	511,1	8,58	25-28-47	12%
PARCELA 3, VIVERO DE HOLGUERA (CÁCERES).	270	16,9	700,6	8,30	51-27-22	<1%

Tabla 3. Plantaciones

	MONOESPECÍFICAS		MIXTAS (AL 50%)	
	<i>T. borchii</i>	<i>T. aestivum</i>	<i>T. borchii</i>	<i>T. aestivum</i>
PARCELA 1: MUP 47 "DEHESA" DE HITA (GUADALAJARA) Fecha de plantación: abril/2023	<i>Q. ilex</i> (84 plantas)	<i>Q. ilex</i> (143 plantas)	<i>Q. ilex</i> + <i>P. halepensis</i> (56 plantas)	<i>Q. ilex</i> + <i>P. halepensis</i> (48 plantas)
	<i>P. halepensis</i> (70 plantas)	<i>P. halepensis</i> (50 plantas)		
PARCELA 2, MUP 138 "MONTECILL O" DE EMBID (GUADALAJA RA) Fecha de plantación: mayo/2023	<i>Q. faginea</i> (47 plantas)	<i>Q. faginea</i> (162 plantas)	<i>Q. faginea</i> + <i>P. nigra</i> (70 plantas)	<i>Q. faginea</i> + <i>P. nigra</i> (110 plantas)
	<i>P. nigra</i> (45 plantas)	<i>P. nigra</i> (56 plantas)		
PARCELA 3, VIVERO DE HOLGUERA (CÁCERES) Fechas de plantación: febrero/2022 y febrero/2023	<i>Q. suber</i> (180 plantas)		<i>Q. suber</i> + <i>P. pinea</i> (60 plantas)	
	<i>P. pinea</i> (40 plantas)		<i>Q. suber</i> + <i>P. pinaster</i> (60 plantas)	
	<i>P. pinaster</i> (40 plantas)			

Previamente a la implantación se preparó el terreno mediante laboreo.

El manejo de las plantaciones se limita a desherbados en otoño y primavera, reconstrucción de alcorques, y riegos de apoyo entre mayo y agosto. En las dos parcelas de Guadalajara no hay instalación de riego. Se aporta agua manualmente



desde una cuba. En la parcela de Cáceres se instaló riego por goteo en 2023, pero la dosis es la mínima para la supervivencia de la planta en períodos secos con altas temperaturas.

Para el seguimiento de la evolución de la micorriza, se toman muestras mediante la extracción de plantas completas pasado un año de la implantación, y en el otoño siguiente. En años sucesivos se hará mediante extracción con barrena de muestras de suelo en el entorno de la planta.

4. Resultados

4.1.- Determinación del protocolo de cultivo en vivero de planta de calidad forestal de *Pinus* spp. y *Quercus* spp. mediterráneos micorrizada con *T. aestivum* y *T. borchii*.

- Confirmar la aptitud de diferentes hospedantes para diferentes especies de trufa.

A lo largo de diez años consecutivos de ensayos en vivero, se confirma la micorrización de todas las combinaciones planta-hongo estudiadas.

Los tiempos de colonización de los cepellones hasta conseguir un mínimo para considerarlos aptos para truficultura dependen tanto de la especie arbórea como del hongo que se haya inoculado. Las combinaciones de *Pinus pinea*, *P. pinaster*, *P. halepensis* y *Q. suber* con *T. borchii* son las primeras en desarrollar las micorrizas.

A igualdad de especie de planta, *T. borchii* coloniza más rápidamente el sistema radical que *T. aestivum*.

En cuanto a los resultados de las combinaciones de *Tuber* spp. con *Pinus* spp., las especies hospedantes que presenta mejor calidad micorrícica para *T. aestivum* durante el primer año de cultivo son *P. halepensis* y *P. nigra* mientras que *T. borchii* ha colonizado mejor los sistemas radicales de *P. pinea* y *P. nigra*.

En *Quercus*, se observa mayor grado de micorrización el primer año de cultivo en *Q. suber* con *T. borchii*, y en *Q. faginea* con *T. aestivum*.

- Sustrato (con/sin perlita, con/sin enmienda caliza)

En los sustratos no enmendados o con reducción de enmienda, no aparece micorrización con *T. aestivum*, y la micorrización con *T. borchii* es insuficiente para considerar que la planta presenta calidad micorrícica. Por otra parte, el grado de colonización por hongos ectomicorrícicos típicos de vivero fue muy elevada, apareciendo tanto micorrizas como fructificaciones de *Telephora terrestris*, *Laccaria laccata* y *Hebeloma* sp.

Se observa mayor grado de micorrización en todas las combinaciones al añadir perlita al sustrato en mezcla de volumen 80:20.

- Volumen del contenedor

En planta de una savia el efecto de contenedor es significativo para *P. nigra*, presentando un mayor grado de micorrización el volumen de 300 cm³ frente al de 150 cm³,

Para *Q. ilex* y *Q. faginea*, en planta de una savia, el volumen de 400 cm³ favorece la micorrización frente al de 300 cm³, y en el caso de *Q. suber* frente al de 650 cm³.

- Dosis de inóculo

El aumentar la dosis de inóculo de 1 g. a 1,5-2 g. no aumenta el grado de micorrización.

A igualdad de dosis, no se observa un menor grado de micorrización al utilizar



carpóforos con calidad media en cuanto a madurez esporal.

- Cultivo en invernadero frente a cultivo exterior

En los ensayos realizados durante 2021-2022-2023 con planta de *Q. ilex*, *Q. faginea*, *P. halepensis* y *P. nigra*, micorrizada con *T. aestivum* se ha comprobado que en cultivo exterior el hongo coloniza los sistemas radicales en un % insuficiente para considerar que la planta presenta calidad micorrícica.

La micorrización con *T. borchii* en cultivo exterior no presenta diferencias apreciables en cuanto a calidad micorrícica respecto al cultivo en invernadero.

4.2.- Implantación de parcelas experimentales.

En la parcela 1: MUP 47 “DEHESA” DE HITTA (GUADALAJARA) se observa que las tres especies arbóreas, *Q. ilex*, *Q. faginea* y *P. halepensis* conservan las micorrizas, tanto de *T. borchii* como de *T. aestivum* después de 12 meses y 18 meses en campo.

En la parcela 2, MUP 138 “MONTECILLO” DE EMBID (GUADALAJARA) se observa que las dos especies arbóreas, *Q. faginea* y *P. nigra* conservan las micorrizas, tanto de *T. borchii* como de *T. aestivum* después de 12 meses y 18 meses en campo.

En la parcela 3, VIVERO DE HOLGUERA (CÁCERES) se observa que las tres especies arbóreas, *Q. suber*, *P. pinea* y *P. pinaster* conservan las micorrizas de *T. borchii* después de 12 meses y 21 meses en campo.

5. Discusión

5.1.- Determinación del protocolo de cultivo en vivero de planta de calidad forestal de *Pinus* y *Quercus* mediterráneos micorrizada con *T. aestivum* y *T. borchii*.

Los resultados muestran claras diferencias en la evolución de las ectomicorrizas de *Tuber* spp., entre los géneros *Pinus* y *Quercus*, observándose que, con carácter general, las quercíneas tienen un desarrollo micorrícico de *Tuber* más tardío que los pinos, pero más estable a lo largo del tiempo, viéndose menos afectadas por contaminaciones de otros hongos ectomicorrícicos.

En cuanto al comportamiento del hongo, se observa que, a igualdad de especie, *T. borchii* coloniza más rápidamente el sistema radical que *T. aestivum*, siendo éste, por tanto, más susceptible a ser desplazado por otros hongos presentes en vivero. Esto dificulta su cultivo exterior, habiéndose comprobado que el grado de micorrización es sensiblemente inferior al que presenta en cultivo en invernadero.

Tanto para *T. borchii* como para *T. aestivum*, las especies de *Pinus* y *Quercus* estudiadas presentan suficiente calidad micorrícica a la edad de 1 savia, pudiendo acortarse el cultivo en el caso de *P. pinea*, *P. pinaster* y *Q. suber* si fuera necesario.

Los contenedores de cultivo más adecuados para una óptima micorrización son de 300 cm³ para *Pinus* spp., y de 400 cm³ para *Quercus* spp., tamaños acordes con la edad indicada.

La enmienda calcárea en los sustratos debe mantenerse para lograr la micorrización con *T. aestivum*. En el caso de *T. borchii*, aunque no es un requisito imprescindible para obtener planta micorrizada, es recomendable para evitar la entrada de otros hongos ectomicorrícicos típicos de vivero como *Telephora terrestris* o *Laccaria laccata*, que disminuyen con la presencia de Ca activo en el sustrato de cultivo.

La adición de perlita al sustrato mejora la micorrización, debido a que la estructura que genera en el sustrato favorece la formación de sistema trófico.

5.2.- Implantación de parcelas experimentales.



El mantenimiento de la micorriza de *T. aestivum* y *T. borchii* en campo indica la potencialidad para la truficultura de parcelas ecológicamente muy dispares entre sí, y los bajos requerimientos de manejo e insumos agrícolas en las primeras etapas de la plantación.

6. Conclusiones

Existe una clara diferencia de colonización por parte de las dos especies de trufa. *T. aestivum* requiere más tiempo en la formación de micorrizas y es menos competitivo frente a otros hongos presentes en el vivero. Es necesario realizar su cultivo en el interior de los invernaderos, mientras que la micorrización con *T. borchii* puede realizarse de forma efectiva en cultivo exterior.

Los tiempos de colonización de los cepellones hasta conseguir un mínimo para considerarlos aptos para truficultura dependen de la especie arbórea que se haya inoculado.

De forma general, las combinaciones con especies de *Pinus* y *Q. suber* son las primeras en desarrollar las micorrizas mientras que *Q. ilex* y *Q. faginea* colonizan más lentamente y alcanzan el óptimo de micorrización a partir de los 12 meses de cultivo. Las especies de *Pinus* micorrizadas por el contrario a partir de los 12 meses de cultivo empiezan a presentar fuertes contaminaciones por otros hongos de vivero que pueden crecer en el sustrato enclavado.

Con los ensayos realizados hasta el momento observamos que cada combinación planta-hongo alcanza su óptimo de colonización en diferentes momentos a partir de la inoculación, por lo que se puede cometer un error de infravaloración de algunas especies arbóreas si de forma rutinaria se evalúan todas en el mismo momento. Vemos necesaria la realización de valoraciones durante todo el tiempo de cultivo que permitan concretar más los momentos en que cada combinación *planta x hongo* alcanza la aptitud micorrízica, si bien esto puede suponer que su evaluación y salida a campo pueda no ser coincidente en el tiempo.

En cuanto a las plantaciones hasta el momento han mantenido la colonización por parte de las dos especies de trufa sin observarse excesivas contaminaciones. Se realizará anualmente el seguimiento del estado de micorrización.

7. Agradecimientos

Agradecimientos a todo el personal contratado por el Grupo TRAGSA para la ejecución del encargo de trabajos en el CNRGF El Serranillo, y a F. Pérez del MITECO como director de dicho encargo.

8. Bibliografía

BENUCCI, G. M.N., BONITO, G., FALINI, L.B., BENCIVENGA, M.; DONNINI, D.; 2012. . Mycorrhizal inoculation of pecan seedlings with some marketable truffles. *Acta Mycol.* 47(2): 179-184

BENUCCI, G.M.; BONITO G.; FALINI L.B., BENCIVENGA, M.; 2012b. Mycorrhization of Pecan trees (*Carya illinoensis*) with commercial truffle species: *Tuber aestivum* Vittad. and *Tuber borchii* Vittad. *Mycorrhiza* 22(5): 383–392

BÜNTGEN, U.; EGLI, S.; CAMARERO, J.J.; FISCHER, E.M.; STOBBE, U.; KAUSERUD, H.; TEGEL, W.; SPROLL, L.; STENSETH, N.C.; 2012. Drought-induced decline in Mediterranean truffle harvest. *Nat Clim Change* 2:827–829

CORTINA J.; NAVARRO R.M.; DEL CAMPO, A.D.; 2006. Evaluación del éxito de la reintroducción de especies leñosas en ambientes Mediterráneos. In: Cortina J.;



Peñuelas J.L.; Puértolas, J.; Vilagrosa, A.; Savé, R. (coord). Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, pp 11–29

URBAN, A.; PLA, T.; 2010. Conservation strategies for *Tuber aestivum*. Acta Mycol. 47(2): 273-279

GARCÍA-MONTERO, L.G.; MORENO, D.; MONLEON, V.J.; ARREDONDO-RUIZ, F.; 2014. Natural production of *Tuber aestivum* in central Spain: *Pinus* spp. versus *Quercus* spp. brûles. For. Syst. 23(2): 394-399

GRANETTI, B.; DE ANGELIS, A.; MATEROZZI, G.; (eds); 2005. Umbria terra di Tartufi. Regione Umbria:Assessorato Regionale Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca

GRYNDLER, M.; 2016. True Truffle Host Diversity. In: Zambonelli, A.; Iotti, M.; Murat, C.; (eds) True Truffle (*Tuber* spp.) in the World. Soil Biol. 47. Springer, Cham. pp 267–281

IOTTI, M.; LANCELLOTTI, E.; Hall, I.; Zambonelli, A.; 2010. The ectomycorrhizal community in natural *Tuber borchii* grounds. FEMS Microbiol Ecol 72: 250–260

LANCELLOTTI, E.; FRANCESCHINI, A.; 2013. Studies on the ectomycorrhizal community in a declining *Quercus suber* L. stand. Mycorrhiza 23: 533–542

LANCELLOTTI, E.; IOTTI, M.; ZAMBONELLI, A.; FRANCESCHINI, A.; 2014. Characterization of *Tuber borchii* and *Arbutus unedo* mycorrhizas. Mycorrhiza 24: 481-486

MORCILLO, M.; SÁNCHEZ, S.S.; SOLÀ, X.V.; 2015. Cultivar trufas: una realidad en expansión. Micología Forestal & Aplicada.

STOBBE, U.; STOBBE, A.; SPROLL, L.; TEGEL, W.; PETER, M.; BÜNTGEN, U.; EGLI, S.; 2013. New evidence for the symbiosis between *Tuber aestivum* and *Picea abies*. Mycorrhiza 23: 669-673.