

**LINEA ACTUAL DE TRABAJOS DE
MICORRIZACIÓN CONTROLADA
EN VIVERO CON ESPECIES DEL
GENERO *TUBER* EN EL CENTRO
NACIONAL DE RECURSOS
GENETICOS FORESTALES**

“EL SERRANILLO”



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

La actividad I + D + i en el Centro

La función experimental en el Centro *El Serranillo* ha sido una de las actividades del mismo que más pujanza y desarrollo ha adquirido en los últimos años. Esta actividad comenzó en 1989, estudiando el método de producción de planta en contenedor antiespiralizante como alternativa al sistema de cultivo en bolsa. Los éxitos alcanzados en el desarrollo de estos trabajos y especialmente en la divulgación de la técnica y de sus resultados en campo han originado en nuestro país un cambio radical en cuanto a la técnica de producción de planta en vivero y han permitido la confección de criterios de calidad de las plantas forestales basados en la evaluación de variables fisiológicas, hasta ahora sólo contempladas en cultivos de alto interés económico. Complementariamente el Centro ha trabajado en otros factores de la supervivencia ligados a otras variables no biológicas, como son el trabajo previo de suelo, el uso de protectores, la eliminación de la competencia herbácea, la profundidad y el momento de la plantación, la ubicación geográfica del vivero, etc.

En los últimos años, se ha abierto una nueva y pujante línea de trabajo basada en el potencial que las micorrizas ectotróficas con determinados simbiontes tienen para generar rentas en el medio rural y forestal. La actividad científica y tecnológica relacionada con la biología de la micorrización y sus implicaciones forestales fue abordada en 1995 por el Centro a través de un convenio con la Universidad de Murcia que se centró en los aspectos más básicos y ecológicos de la síntesis micorrízica y de su manejo en laboratorio y vivero. El objetivo último consistía en utilizar la micorrización de las plantas como medio para aumentar su calidad final, intentando incrementar con esta técnica las posibilidades de supervivencia y desarrollo de éstas en las actuaciones de restauración forestal en la España mediterránea. Posteriormente, en el año 2007 y sucesivos hasta la fecha, el Centro retoma de nuevo la línea de las micorrizas, pero ahora con el objetivo de potenciar la productividad que el medio rural obtiene de los productos que genera la síntesis micorrízica (las setas). Muchos de los hongos comestibles de los montes son el producto de la simbiosis ectomicorrízica con los elementos arbóreos y/o arbustivos de nuestros sistemas forestales. Las cualidades culinarias de estos hongos y los altos precios que consiguen en los mercados han generado un enorme interés socio-económico y de política forestal, en la filosofía de que un ecosistema productivo genera realidades de autoconservación por disminución de riesgos de agresión al mismo. Se intenta ampliar los conocimientos de manejo en vivero y en campo para incrementar el abanico específico, ecológico y territorial de plantaciones micológicas con el objetivo final de incrementar la generación de rentas en zonas agrarias. El Centro ha trabajado en las especies micológicas: *Tuber melanosporum*, *T. aestivum* y *T. borchii* y la finalidad de estos trabajos se encuentra en las ventajas que los cultivos micológicos plantean:

- Aunque a nivel global y territorialmente la producción de hongos no tiene gran relevancia, su importancia a nivel local y regional es muy fuerte, constituyéndose en auténticos motores de inversión privada en territorios de vocación forestal.
- Los productos obtenidos tienen hoy día una gran demanda y un alto precio aunque el mercado sea claramente imperfecto y opaco.
- La truficultura con *Tuber melanosporum* y con otras trufas es, en sus zonas de desarrollo, posiblemente la única inversión rentable, genera altas rentas agrarias y fija población rural, aplicando técnicas de cultivo de muy bajo impacto y respetuosas con el medio ambiente.

Por todo lo anterior, en el Centro estamos convencidos que las plantaciones micológicas intensivas tienen un alto potencial económico, social y medioambiental y se integran perfectamente en el nuevo paradigma de desarrollo rural en el medio forestal, que busca la potenciación de todas las capacidades e iniciativas de inversión para la consecución de rentas privadas.

Los hongos comestibles micorrízicos. Las trufas

Son hongos micorrízicos aquellos que forman asociaciones simbióticas (micorrizas) entre el hongo y las raíces de las especies de plantas superiores. Las micorrizas ayudan a extender el área de absorción

del sistema de raíces, aumentando la captación de agua y nutrientes y obtienen a cambio hidratos de carbono que no pueden sintetizar por sí mismos. Dentro de estos hongos destacamos por su alto interés económico y social aquellos que forman sus órganos en el exterior de las células radicales (ectomicorrizas), pues los cuerpos de fructificación de algunas especies son comestibles, estando altamente demandados y alcanzando elevados precios en los mercados. Y dentro de la amplia gama de hongos ectomicorrícicos de interés, destacamos al género *Tuber*, como el grupo más prometedor de cara a conseguir producir intensivamente sus cuerpos de fructificación (trufas). Agotadas por sobreexplotación las escasas zonas naturales de extracción y con una demanda mundial creciente, la instalación y el cultivo de plantaciones trufas se plantea como una alternativa económicamente prometedora y muy particularmente en las zonas agrícolas marginales donde las recolecciones de hongos pueden apoyar el desarrollo socioeconómico.

Las trufas son hipogeas, es decir, fructifican enterradas, por lo que la dispersión de las esporas se produce por la maduración y descomposición de la propia trufa en el suelo o dependen de animales que las desentierren para comérselas y así diseminarlas. Por esta razón, la evolución las ha dotado de un mecanismo de detección mediante la producción de sustancias volátiles, que se difunden a través del suelo y atraen a sus animales vectores. Algunos de estos compuestos volátiles son también muy agradables para el hombre, que los utiliza en gastronomía, alcanzando precios muy elevados en los mercados. En España las trufas con producción natural de interés gastronómico son *Tuber melanosporum* (trufa negra), *T. brumale* (trufa de invierno), *T. aestivum* (trufa de verano), *T. mesentericum* (trufa de pino) y *T. borchii* (bianchetto).

PRODUCCIÓN DE PLANTA DE CALIDAD FORESTAL MICORRIZADA

Así pues, la demanda de trufa ha empujado el desarrollo de todo un sector productivo en un proceso que se inicia con la producción de planta micorrizada para ser situada en plantaciones micológicas, continúa con los estudios de manejo de esas plantaciones y finaliza en la recogida y comercialización de los carpóforos. En este proceso han ido surgiendo técnicas de micorrización sin un respaldo técnico científico que las avale y sin haberse desarrollado un sistema de control de calidad que proteja al agricultor utilizador de la planta frente al productor. Históricamente, cada viverista tenía su propio método que, considerado secreto industrial, ha protegido para impedir su divulgación todo lo posible.

Los elevados precios de las plantas que, supuestamente micorrizadas, se ofrecen en el mercado viverístico, la ausencia de criterios de calidad, el manejo de campo no contrastado y los numerosos fracasos de algunas de las actuaciones, son defectos estructurales que han ralentizado el desarrollo de estos cultivos micológicos.

Protocolo de Producción de plantas micorrizada con especies del género *Tuber*

Por todo lo anterior, el Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales *El Serranillo* inició unas líneas de trabajo intentando luchar contra estos problemas y para evitar el oscurantismo técnico vigente, generó y divulgó un protocolo de producción de planta micorrizada con *Tuber* spp. que integra el uso de un adecuado inóculo micológico, la utilización de contenedores y sustratos apropiados y el correcto manejo de los factores ambientales del riego y la fertilización. Vamos a tratarlos sucintamente.

a. Material fúngico

Se ha comprobado que en realidad, el proceso de micorrización es sencillo en su concepción pues consiste básicamente en la introducción de esporas de trufa en el sustrato de cultivo de la planta huésped, para que germinen en la proximidad de las raíces y las colonicen lo más rápidamente posible. Es un método sencillo y efectivo. El inóculo se obtiene a partir de trufas frescas maduras, que se manejan hasta inocular dosis de 1 hasta 2 gramos de trufa dependiendo del grado de madurez de las

esporas. Una dosis menor de esporas podría tener como resultado una baja colonización del sistema radicular y aumentar al mismo tiempo el riesgo de contaminación por ascomicetos oportunistas, como *Sphaerosporella* y otros hongos ectomicorrícicos presentes en el vivero.

b. Procesado de los carpóforos

Cada carpóforo debe ser evaluado al microscopio para confirmar mediante las esporas la especie y su grado de madurez. (Ver figuras 1 y 2 para *T. melanosporum*)



Figura 1. Carpóforo de *T. melanosporum*

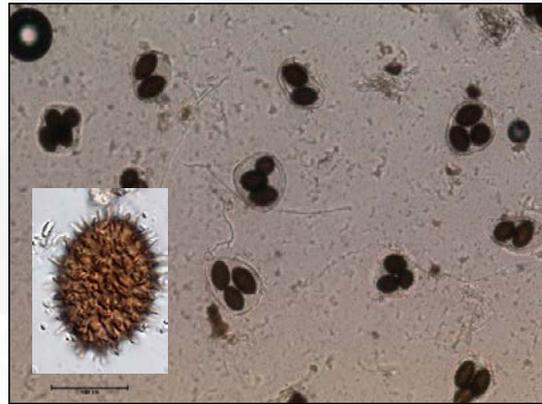


Figura 2. Esporas maduras de *T. melanosporum*

descartando aquellos carpóforos estériles o que estén prácticamente inmaduros, por elevada presencia de ascas vacías. Una vez confirmadas las especies y descartadas posibles contaminaciones, se limpian bien los restos de tierra con cepillo bajo agua y se anota el peso en fresco de todos los carpóforos. Una vez limpios se laminan lo más fino posible (Fig. 3) y se deshidratan en estufa a 45 °C durante 48-72 horas dependiendo del grado de humedad (Fig. 4)



Figura 3. Laminado de *T. aestivum*



Figura 4. Secado

Una vez deshidratadas las trufas pueden conservarse laminadas en nevera en envase con cierre hermético o molerse en molinillo para obtener un polvo que ocupa menos volumen para su conservación. El inóculo deshidratado, bien molido o laminado, debe pesarse en seco.

c. Inoculación por inyección de solución esporal

Para la preparación de la solución esporal las láminas de trufas se rehidratan un mínimo de tiempo de 48 horas en nevera y una vez bien hidratadas se trituran en licuadora o batidora cuidando de

evitar la rotura de las esporas, observando las suspensiones en microscopio (Fig. 5). La dosis de esporas en el caso de las trufas se calcula en gramos de trufa fresca/ planta. La dosis se calcula en función de la madurez de la partida de carpóforos con una dosis mínima de 1 g/planta para los muy maduros y una dosis máxima de 2 g/planta en el caso de partidas con baja madurez. Determinada la dosis, la dilución se lleva a un volumen total en función de la cantidad de mililitros a aplicar por planta. Se hacen aplicaciones en dos pulsos de 5 ml de disolución por planta, aplicando uno a cada lado de la plántula y para ello se utilizan pistolas, jeringuillas..., en general cualquier utensilio que permita aplicar la dosis

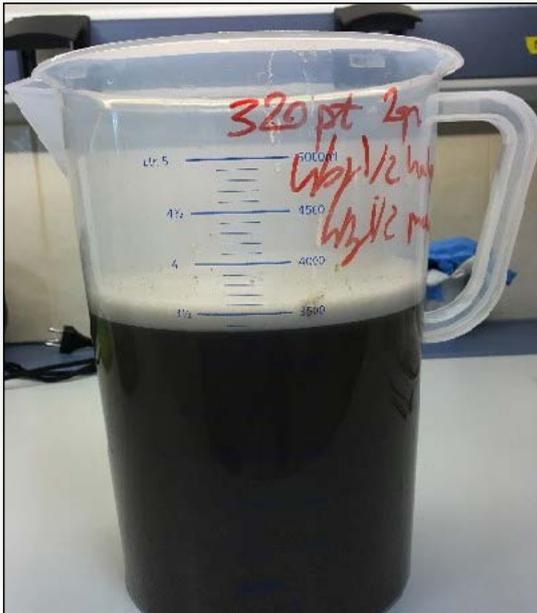


Figura 5. Suspensión esporal

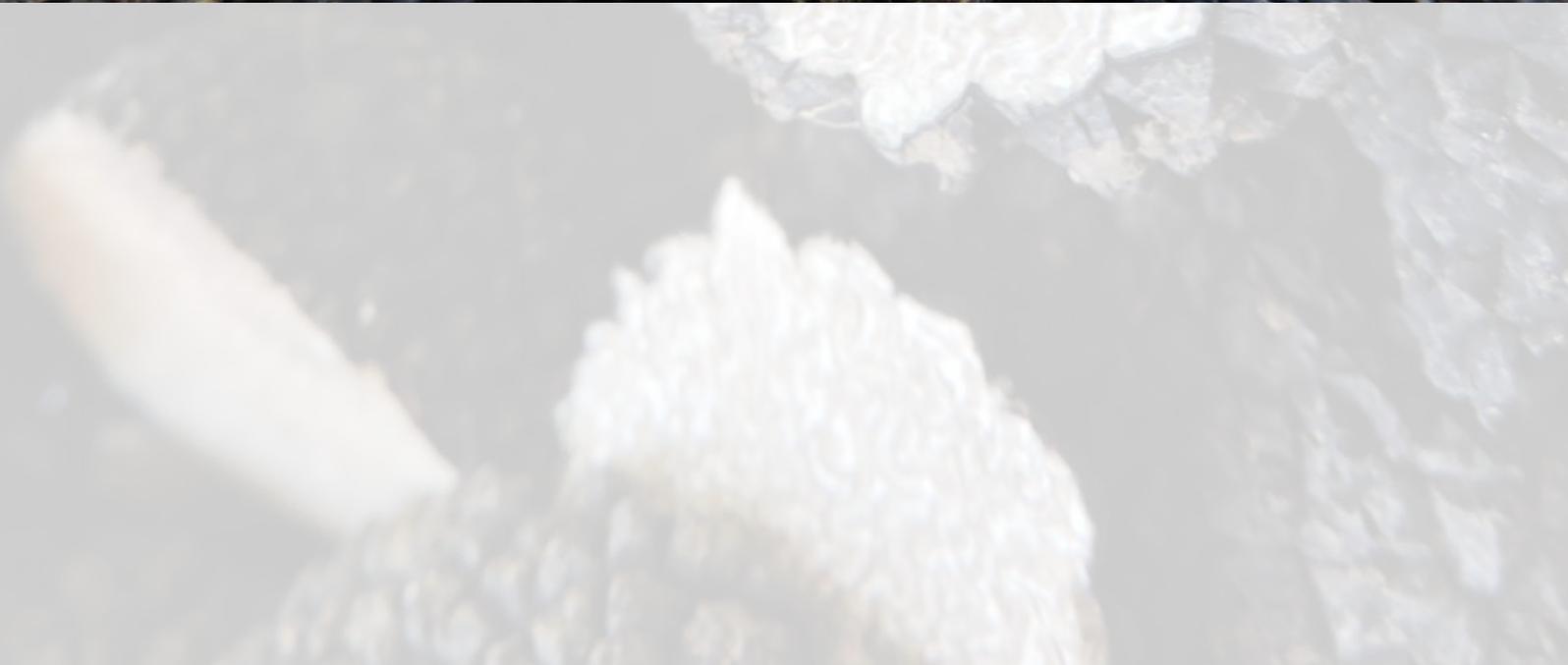


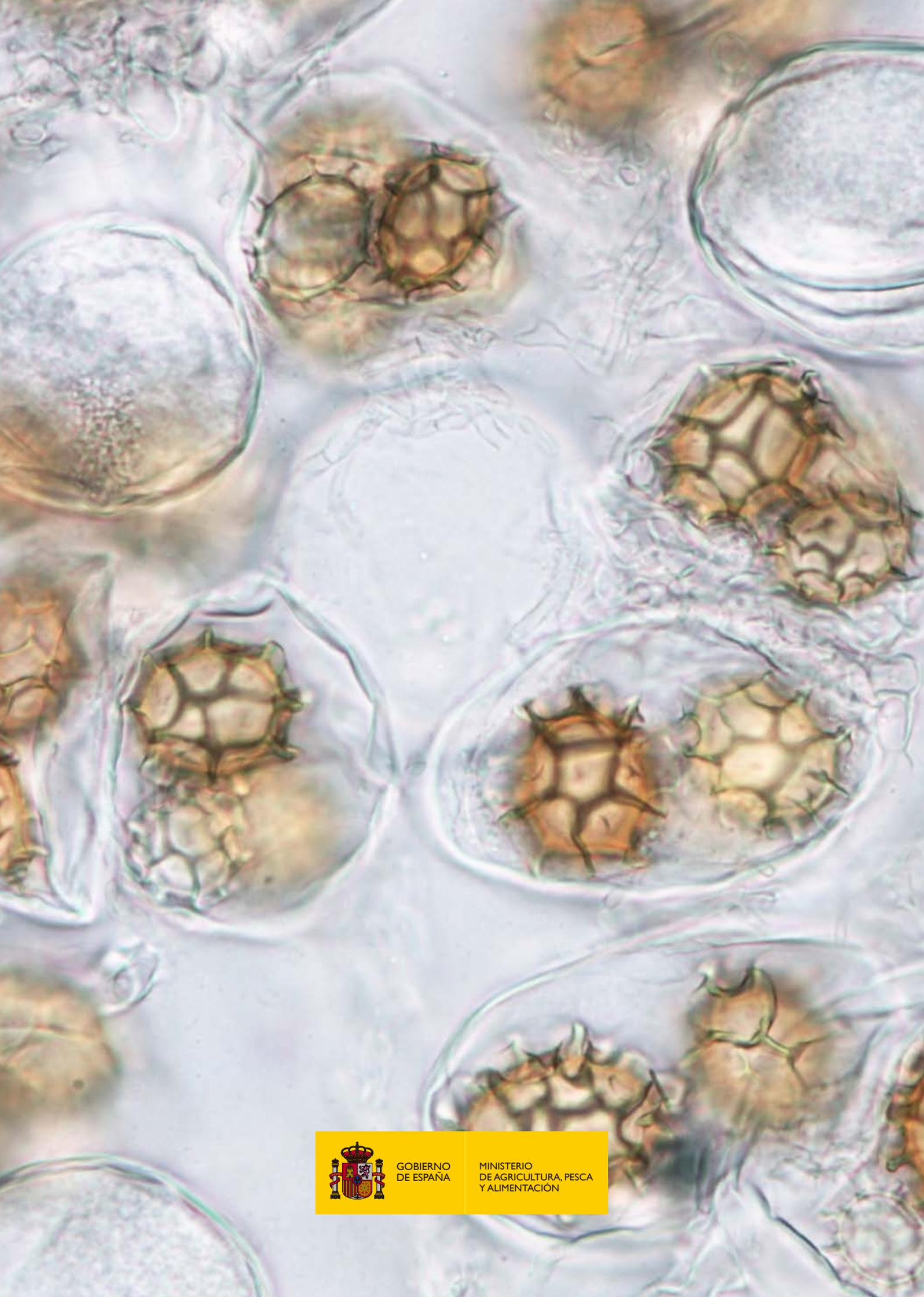
Figura 6. Inoculación

d. El sustrato de cultivo

Es un componente fundamental para el éxito de la micorrización, debiendo reunir unas características físicas, químicas y biológicas adecuadas para que se desarrollen, tanto el hongo como la planta, y se pueda establecer la simbiosis. Los primeros sustratos que se utilizaron se basaron en el uso de tierras procedentes de las trufas naturales y posteriormente se empezaron a utilizar mezclas de estas tierras con arenas y mezclas de materiales inertes. Hoy día los productores utilizan mezclas personalizadas. En la actualidad, los viveros que producen planta micorrizada con *Tuber* spp. emplean mezclas de tierra, arena, turba y perlita, creando sus propios sustratos personalizados. El protocolo del Centro *El Serranillo* en cuanto a sustratos se basa en utilizar turbas rubias de baja descomposición (valores de 1 a 3 en la escala de von Post). A veces y en función del tipo de agua que se tenga en el vivero, y sobre todo si se trabaja con especies muy calcícolas, como *T. melanosporum*, es necesario ajustar los valores de pH hasta el entorno de 7 - 8,5 adicionando una sal cálcico-magnésica.

El contenedor deberá tener un volumen mínimo del orden de 400 cc y, si es posible, debe ser un alveolo individual con capacidad de ser abierto para inspeccionar la marcha de la micorrización. Independientemente del tipo de contenedor que se utilice, este debe ser desinfectado previamente a su utilización.





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN