Foto 1. Bianchetto fructificando en una plantación con riego de *Pinus pinea* de 4 años en Australia

Viabilidad y rentabilidad de una plantación de pino piñonero (*Pinus pinea*) micorrizado con trufa bianchetto (*Tuber borchii*)

Marcos Morcillo
Esteban de Paz
Xavier Vilanova
Mónica Sánchez
MICOLOGÍA FORESTAL & APLICADA

Resumen

El artículo describe y estudia la viabilidad y rentabilidad de una plantación de *Pinus Pinea* micorrizado con *Tuber borchii*, y analiza las potencialidades del injerto sobre *Pinus pinea* con púas procedentes de clones maduros de grandes productores de piña de la misma especie, para conseguir mejores rendimientos los primeros años de plantación.

Palabras clave: *Tuber borchii, Pinus pinea*, plantaciones injertadas, sistemas agroforestales, productos no maderables.

INTRODUCCIÓN

La trufa bianchetto (*Tuber borchii*), es una trufa con una gran potencialidad culinaria debido a sus altas propiedades organolépticas, muy similares a las de la trufa blanca silvestre (*Tuber magnatum*), tan apreciada en la alta cocina. Su elevada capacidad de micorrización con *Pinus pinea* permite la recolección de otro producto forestal no leñoso, consiguiéndose mayores rentabilidades al utilizar injertos de púas seleccionadas por su alta producción de piñas y reduciendo así su tiempo de entrada en producción.

ANTECEDENTES

El cultivo de *Tuber borchii* se ha estado desarrollando durante los últimos 15 años en países como Italia, Nueva Zelanda y Australia, y más recientemente en Chile. Tras varios estudios realizados en España, Chile y Méjico, con distintas plantas huésped, se concluye que *Tuber borchii* puede desarrollarse asociado a un elevado número de especies arbóreas como el avellano (*Corylus avellana*), la encina (*Quercus ilex*) o el alcornoque (*Quercus suber*), siendo el pino piñonero (*Pinus pinea*) su huésped favorito (MORCILLO *et al.* 2014).

A diferencia de la trufa negra (*Tuber melanosporum*), la elevada adaptabilidad ecológica de *Tuber borchii* hace de esta plantación una opción muy interesante, pues fructifica en toda Europa de manera natural desde Finlandia a Sicilia y de Irlanda a Hungría. En estos momentos se está realizando un estudio de la distribución de esta trufa en la península ibérica y se ha observado que fructifica prácticamente en toda España y zonas del centro y sur de Portugal (AZUL *et al.* 2014).

Esta trufa se desarrolla en los climas templado-frío y mediterráneo, con pluviometrías que van desde los 600 a los 1.600 mm. La precipitación en otoño influye la inducción floral en el pino (LOEWE *et al.* 2012) y favorece el engorde de la *Tuber borchii*, por lo que niveles superiores a 200 mm en otoño son cruciales para conseguir mayores rendimientos. Crece bien en suelos permeables en rangos de pH amplios de 6 a 8, prefiriendo suelos calizo-arenosos típicos de zonas litorales (GARDIN 2005). A pesar de que el pino piñonero prefiere suelos ligeramente ácidos (LOEWE *et al.* 2012), hemos constatado que la *Tuber borchii*, al igual que *Tuber melanosporum*, se desarrolla mejor en medios alcalinos (TROVÃO *et al.* 2014).

Foto 1. Cuerpo fructífero de *Tuber borchii* y detalle de las esporas

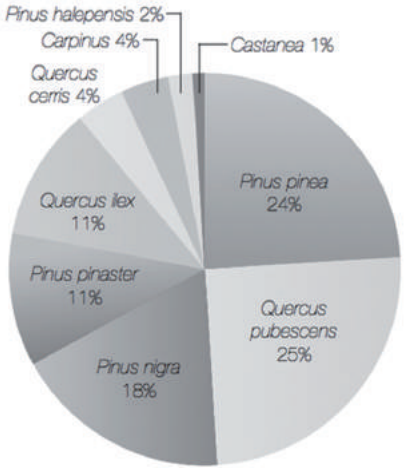

Gráfico 1. Distribución de *Tuber borchii* en función de los árboles huésped en la Toscana, Italia. (GARDIN 2005)

En una plantación experimental en Portugal, trabajando con diferentes rangos de pH, se observa cómo la colonización de trufa en las raíces de pino piñonero es significativamente superior en pH de 7,5 en comparación con el pH natural de la zona, próximo a 5,7. Por ello se recomienda neutralizar el pH de los suelos ácidos para el cultivo de *Tuber borchii* (TROVÃO *et al.* 2014).

El pino piñonero en estado natural no empieza a producir piñas hasta los 16 años. Hoy en día es factible injertar púas de pino piñonero adulto, seleccionadas genéticamente por su elevada producción de piñas. El injerto puede hacerse tanto en vivero como en campo, consiguiendo la primera cosecha de piñas al tercer año del injerto. La probabilidad de éxito en los injertos en campo es muy variable y depende mucho de las condiciones climáticas que se den en el momento del injerto. Actualmente se realizan varios injertos de púas por árbol en campo y se repite en varios años sucesivos.

La Administración ha publicado la incorporación de clones de la especie *Pinus pinea* al Catálogo Nacional de materiales de base para la producción de materiales forestales de reproducción controlados y cualificados, a partir de los cuales podrá obtenerse el material forestal apto para injerto en vivero y la posterior comercialización de planta injertada con púas procedentes de estos clones.

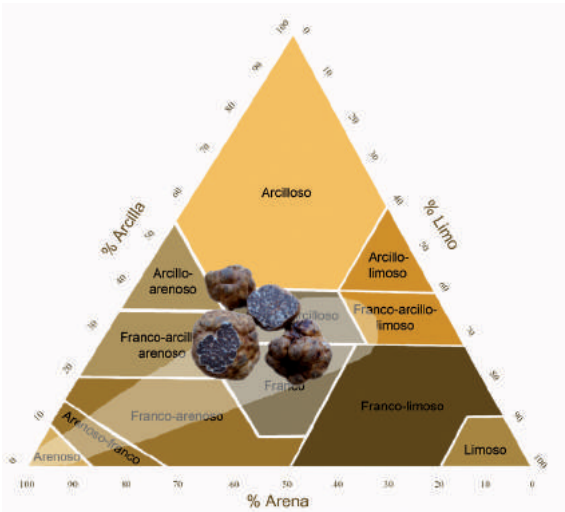

Gráfico 2. Triángulo de texturas de suelo para *Tuber borchii*. En gris claro, las texturas óptimas

ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD

Una planta de pino piñonero micorrizado con *Tuber borchii* tiene un coste de 8 €/unidad en vivero. La instalación con un marco de plantación 5x6 (330 pies/ha.) de pino piñonero micorrizado con *Tuber borchii* tiene un coste aproximado de 3.500 €/ha. La adquisición de un perro trufero se ha estimado en 1.000 € en el quinto año. El injerto en campo tiene un coste de 5 € por árbol injertado, incluyendo el coste del material (púas, cinta, etc.) y mano de obra (se injertan dos púas por pino con un rendimiento de 80 pinos/día por persona). El coste final de injertar 330 pies asciende a 1.500 € por hectárea, también en el quinto año.

Se ha considerado un coste de mantenimiento anual de 300 €/ha. Algunas plantaciones experimentales han optado por la instalación de riego, lo que aumenta considerablemente el coste de instalación, pero permite regular con mayor precisión los requerimientos hídricos de la trufa, consiguiendo una mayor intensificación de la producción.

La maduración y recolección de *Tuber borchii* se da desde mediados de enero a finales de abril (MORCILLO *et al.* 2015), comercializándose en fresco a 150 € al recolector y 400 €/kg al detalle. Fructifica rápido en plantaciones, a los 4 años de edad en pino piñonero. Los rendimientos medios por hectárea y año de esta trufa son en torno a 30 kg, con 330 pies por hectárea. Una plantación madura producirá así mismo una media de 2.000 kg de piña al año, aunque no existen datos de la sostenibilidad a lo largo del tiempo de estas producciones. No obstante, existen referencias para Chile superiores a 5.000 Kg/ha (LOEWE *et al.* 2012). El precio de la piña en 2014 fue de 1 €/kg. El coste de recolección manual en Cataluña se ha estimado en 250 kg de piña/jornada (PIQUÉ 2009). En la tabla 1 describimos simplificados los flujos de caja.

Las producciones de piña mostradas en la tabla 1 provienen de datos reales de una plantación injertada en campo, en la provincia de Gerona, con una precipitación anual de 629 mm y 71 metros de altitud. Se ha considerado la vecería en las producciones de piña, así como la variabilidad en las producciones de *Tuber borchii* debidas principalmente a las oscilaciones de lluvia anuales. Los precios mostrados son al por mayor.

Foto 3. Detalle de injerto de púa de clon altamente productivo de *Pinus pinea*, sobre pie de cuatro años de la misma especie

Se deben tener en cuenta el efecto de las plagas de *Pinus pinea*, que en España son principalmente la procesionaria de pino (*Thaumetopoea pitycampa*), la polilla de brote (*Rhyacionia buoliana*), y los perforadores más comunes *Pissodes validirostris* y *Dioryctria mendacella* (GORDO *et al.* 2013) que pueden afectar a entre el 10% y el 90% de la cosecha de piñas, mermando su valor

Tabla 1. Flujo de caja al quinto año, sin riego, en una plantación de 330 pies por hectárea injertada en campo en la provincia de Gerona

	Costes de instalación y mantenimiento	Producción de piñas	Venta de piñas a 1 €/kg	Costes de recolección piña	Producción de trufas	Venta de trufas a 150 €/kg	Costes de recolección trufa	Flujo de caja	Acumulado
	€	Kg	€	€	Kg	€	€	€	€
Año 1	-3.500	0	0	0	0	0	0	-3.500	-3.500
Año 2	-300	0	0	0	0	0	0	-300	-3.800
Año 3	-300	0	0	0	0	0	0	-300	-4.100
Año 4	-300	0	0	0	0	0	0	-300	-4.400
Año 5	-2.800	0	0	0	1	150	-50	-2.700	-7.100
Año 6	-300	0	0	0	5	750	-250	200	-6.900
Año 7	-300	0	0	0	7	1.050	-350	400	-6.500
Año 8	-300	250	250	-63	10	1.500	-500	888	-5.613
Año 9	-300	500	500	-125	12	1.800	-600	1.275	-4.338
Año 10	-300	1.200	1.200	-300	20	3.000	-1.000	2.600	-1.738
Año 11	-300	1.700	1.700	-425	14	2.100	-700	2.375	638
Año 12	-300	1.500	1.500	-375	24	3.600	-1.200	3.225	3.863
Año 13	-300	2.500	2.500	-625	15	2.250	-750	3.075	6.938
Año 14	-300	1.000	1.000	-250	30	4.500	-1.500	3.450	10.388
Año 15	-300	2.000	2.000	-500	25	3.750	-1.250	3.700	14.088

Foto 4. Comparativa de dos plantaciones de pino piñonero micorrizado con *Tuber borchii* de cuatro años en la provincia de Gerona: a la izquierda, sin riego; a la derecha, con riego por goteo

comercial. El rendimiento de piñones respecto al peso de la piña ha bajado del 4% al 1,5% en los últimos años debido a la entrada del patógeno exótico *Leptoglossus occidentalis*. Será interesante evaluar en los próximos años si la presencia de *Tuber borchii* puede mitigar la virulencia de patógenos fúngicos del género *Armillaria* que afectan al sistema radicular de *Pinus pinea*.

CONCLUSIONES

La rentabilidad de estas plantaciones comienza a ser una realidad. La diversificación de productos obtenidos reduce el riesgo de la inversión, sin descartar otros como el producto leñoso, la generación de biomasa con elevado poder calorífico o los derivados del turismo rural asociado a la trufa.

Fruto de los proyectos que llevamos a cabo actualmente en España, Portugal y Chile, vemos cómo esta trufa puede desarrollarse en un amplio abanico de árboles huésped, siendo el pino piñonero uno de los más interesantes. Estos pinos micorrizados se injertan hoy en día en campo, no obstante, en el marco de una colaboración con la empresa Forestal Catalana S.A., hemos establecido ya plantaciones piloto con pino micorrizado e injertado en fase de vivero, donde los porcentajes de éxito de injerto son mayores y se esperan entradas más precoces de producción de piñas.

Acostumbrados al gran porte del pino piñonero adulto, el pino injertado con clones maduros pierde gran dominancia apical consiguiéndose portes más arbustivos que facilitan la recogida de piñas y permiten un menor sombreo de la zona radicular, resultando muy beneficioso para la producción de *Tuber borchii*.

Si bien es cierto que los requerimientos para el mantenimiento y gestión de este tipo de plantaciones es mayor que en explotaciones extensivas de pinares tradicionales, es una alternativa muy buena para reforestación de zonas agrícolas de baja pendiente en la península Ibérica. Las instalaciones de riego han permitido avanzar la entrada en producción así como aumentarla considerablemente tanto en caso de trufas como en el de piñas.

Bibliografía

AZUL, A. M.; TROVÃO, J.; MORCILLO, M.; RUBINI, A.; TRUSSO, A.; BELFIORI, B.; PAOLOCCI, F.; FREITAS, H.; RICCIONI, C.; 2014. *First insights on* Tuber borchii *distribution in both natural forests and experimental truffle fields in Portugal*. IWEMM, Marrakesh, 2014.

GARDIN, L.; 2005. *Tartufi minori in Toscana. Gli ambienti di crescita dei tartufi marzuolo e scorzone*. Ed. Quaderno ARSIA 1/2005.

GORDO, A. J.; MUTKE, S.; GIL, L.; 2013. *La relevancia de la especie de patrón portainjerto para el desarrollo de la copa y la producción de piña del pino piñonero injertado*. 6º Congreso Forestal Español. Ed. Sociedad Española de Montes Españoles.

LOEWE, C.; DELARD, C.; 2012. *Un nuevo cultivo para Chile, el pino piñonero (Pinus pinea L.)*. Ed. Instituto forestal – Chile.

MORCILLO, M.; VILANOVA, X.; SÁNCHEZ, M.; NAVARRETE, N.; 2014. Tuber borchii *micorrhization depending on host tree and on stage of inoculation*. First International Congress on Trufficulture, Teruel, Spain. DOI: 10.13140/RG.2.1.2024.3286.

MORCILLO, M.; SÁNCHEZ, M,; VILANOVA, X,; 2015. *Cultivar trufas: una realidad en expansión*. Ed. Micología Forestal & Aplicada. Barcelona.

PIQUÉ, M.; 2009. *Silvicultura del pi pinyer per a producción de fusta i pinya*. Ed.: Centre de la Propietat Forestal.

TROVÃO, J.; MORCILLO, M.; BAGULHO, M.; FREITAS, H.; AZUL, A. M.; 2014. *Integrated management and sustainable cultivation of the valuable truffle species* Tuber borchii *Vittad*. 1st international Conference on Truffle Research 2014. Vic-Spain.