

TRUFERAS CULTIVADAS, UN EJEMPLO DE GESTIÓN SOSTENIBLE. RESULTADOS PRELIMINARES.

A. Urdíroz, C. Palazón, J. Barriuso ⁽¹⁾, I. Delgado

Servicio de Investigación Agroalimentaria, Unidad de Sanidad Vegetal. Apartado 727.
50080 Zaragoza, España.

(1) Universidad de Zaragoza. Escuela Pol. Sup. de Huesca. Dpto. Agricultura y Economía Agraria. 22071 Huesca, España.

RESUMEN

Se han plantado 8 parcelas de *Quercus ilex* (encina) con *Tuber melanosporum* (trufa negra) en diferentes regiones climáticas de Aragón, con objeto de estudiar la evolución de las micorrizas radicales a lo largo del desarrollo inicial de las plantas antes de su entrada en producción. El manejo de estas plantaciones artificiales se ha venido realizando desde una perspectiva de producción agrícola integrada y en la mayoría de las ocasiones como una producción ecológica que se debería asemejar a una producción natural.

Simultáneamente se han realizado una serie de labores agrícolas como la poda de las encinas, el desherbado mecánico y químico, el enherbado natural y artificial, la enmienda caliza del suelo y el aporte hídrico, para determinar la influencia de los mismos en la evolución de las micorrizas y en la producción final de trufa negra.

INTRODUCCIÓN

Durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Brasil en 1992, diversas ONGs redactaron, ampliando la definición oficial (Sustainable Agriculture and Rural Development, Consejo de la FAO, 1989) su propio concepto de Agricultura Sostenible, que puede aplicarse sin lugar a dudas en el caso de la producción trufera:

«La agricultura sustentable es un modelo de organización social y económica basado en una visión equitativa y participativa del desarrollo, que reconoce al medio ambiente y los recursos naturales como las bases de la actividad económica. La agricultura es sustentable cuando es ecológicamente viable, socialmente justa, culturalmente apropiada y basada en un método científico holístico.

(...) La agricultura sustentable preserva la biodiversidad, mantiene la fertilidad del suelo y la pureza del agua, conserva y mejora las cualidades químicas, físicas y biológicas de la tierra, recicla los recursos naturales y conserva la energía...

(...) La agricultura sustentable respeta los principios ecológicos de la diversidad e interdependencia, y usa los conocimientos de la ciencia moderna para mejorar -en lugar de desplazar- la sabiduría tradicional acumulada durante siglos por innumerables agricultores de todo el mundo.»

Como se puede deducir de la esencia de la producción de bienes de consumo sostenible, la producción de productos básicos sólo puede tener lugar en el contexto de una organización social que proteja la integridad de los recursos naturales y la armoniosa interacción de los seres humanos, el agroecosistema y el medio ambiente.

La visión de la producción agrícola sostenible se debe enfocar entre otras ideas, sobre la necesidad natural de seguir creciendo en términos de productividad agrícola, pero teniendo en cuenta el equilibrio necesario también con la conservación, cantidad y calidad de los recursos

involucrados en la agricultura. Todo esto implica usar dichos recursos a tasas más bajas que aquellas a las cuales son generados, emitir desechos en menor cantidad de lo que el hombre o el medio ambiente pueda absorberlos y por último, aunque no menos importante, optimizar la gestión y el aprovechamiento de los subproductos generados (Daly, 1993).

OBJETIVOS

Los objetivos que proponemos en este estudio son:

- Poner en producción 8 plantaciones experimentales de encinas (*Quercus ilex*) micorrizadas con *Tuber melanosporum*, para la producción de trufas.
- Analizar distintos tratamientos o técnicas (labores) culturales con el objeto de determinar el grado de beneficio producido en el desarrollo posterior de *Tuber melanosporum* y su contribución a acelerar su entrada en producción. Los tratamientos a realizar en este experimento son: poda, laboreo del suelo, uso de herbicidas químicos, enherbado de las parcelas, enmienda caliza y aportes hídricos mediante riego.
- El resultado de la influencia de estos tratamientos se obtendrá cuando las plantas entren en producción, hecho que puede demorarse varios años. Previamente realizaremos un seguimiento del estado de la micorrización de los árboles plantados en las parcelas experimentales con el fin de observar los diferentes “tipos micorrícicos” que puedan aparecer, determinando de este modo el grado de implantación de *T. melanosporum* en las plantas huéspedes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar los tratamientos se ha dispuesto de 8 parcelas: dos en la zona norte (Troncedo y Puebla de Fantova), dos en la falda del Moncayo (Litago y Alcalá de Moncayo), una en Paniza y tres en Montañana (Figura 1). Todas estas parcelas cumplen con las condiciones climáticas y edafológicas recomendadas para realizar plantaciones de encinas micorrizadas con trufa negra. El árbol elegido para realizar las plantaciones ha sido la encina, aunque en la parcela de S.I.A. – 1 se plantaron además algunos ejemplares de roble y avellano.

Las plantas que se colocaron en las parcelas fueron micorrizadas en el S.I.A. de la D.G.A. y presentaban un grado de micorrización óptimo, según el método de Palazón y col. (1999). La tabla 1 muestra el nº de árboles plantados, en que año se realizó la plantación y el tratamiento a realizar en cada una de las parcelas experimentales. En todos los casos, el marco de plantación elegido fue 6 x 6 m.

PARCELA	Nº DE ÁRBOLES	AÑO PLANTACIÓN	TRATAMIENTO
Puebla de Fantova	185	1997-1998	Herbicida
Paniza	106	1998	Poda
Troncedo	114	1997	Laboreo mínimo
Litago	101	1998	Enmienda caliza
Alcalá de Moncayo	588	1999	Poda y riego
S.I.A. – 1	83	1995	Laboreo continuo
S.I.A. – 2	100	1999	Laboreo continuo Laboreo mínimo
S.I.A. – 3	109	2000	Laboreo mínimo Enherbado Enmienda caliza

Tabla 1: Parcelas experimentales

Describiremos a continuación más detalladamente los tratamientos que se van a llevar a cabo en estos ensayos.

Poda: Para un desarrollo óptimo del hongo es necesario que incidan sobre el terreno los rayos de sol. Este fenómeno se conseguirá efectuando podas de formación tendentes a que el árbol adopte forma de cono invertido, lo cual permitirá además una mejor aireación del propio árbol y facilitará las labores futuras que se realicen sobre el terreno.

Laboreo: El laboreo se realizará con el objetivo de eliminar mecánicamente las malas hierbas que puedan competir con la planta o el hongo, además de servir para airear el suelo. Las labores nunca se realizarán a gran profundidad (máximo 8 cm) y se debe respetar siempre la zona que resulte de la proyección del árbol sobre el suelo. Para ver el efecto del laboreo se realizarán dos tipos, uno mínimo y otro continuado.

Herbicida: Como alternativa al laboreo realizado para la eliminación de malas hierbas, se puede aplicar herbicidas (tipo glifosato), sobre todo para eliminar las que aparezcan alrededor del tronco. Deben emplearse dosis adecuadas y mínimas para evitar residuos en el suelo que puedan disminuir la calidad de las trufas. En todo caso con la intención de que la producción de trufas mediante truferas artificiales sea considerada como agricultura ecológica, esta técnica se intentará no utilizarla.

Enherbado: No todas las plantas que pueden aparecer en una trufera cultivada deben considerarse malas hierbas. Según Olivier *et al.* (1996) la presencia de ciertas especies vegetales puede llegar incluso a favorecer la producción trufera. Este autor considera positivas para la truficultura especies del género *Festuca*, por ello, se procederá a sembrar dos zonas de una parcela con dos especies diferentes de este género, *Festuca ovina* y *Festuca arundinacea*.

Enmienda caliza: La trufa negra se desarrolla mejor en suelos cuyo pH presenta valores entre 7,5 y 8,5. Con este tratamiento se pretende elevar el pH de ciertas zonas y se observará si supone algún beneficio para la obtención de trufa. Además se pretende evitar la presencia de especies de *Tuber* que crecen en suelos con un pH más bajo, como son *T. brumale* o *T. rufum*, especies de menor valor comercial.

Riego: El riego estará siempre en función de las condiciones climáticas del lugar, pero durante los meses de sequía estival (junio, julio y agosto) es cuando el hongo necesita para su desarrollo una mayor cantidad de agua, por lo que se hace imprescindible el riego. Con este tratamiento observaremos y se intentará determinar la importancia que tiene el riego en truferas cultivadas, lo cual ya se ha visto en la plantación de Soria Arotz-Catesa, donde la producción oscila entre 15-45 Kg/ha en zonas con riego y 2 Kg/ha en zonas sin riego (Carbajo, 2000).

Toma de muestras. Para observar el estado micorrícico en el que se encuentran las plantaciones y como influyen los tratamientos, se han realizado dos muestreos al año, en primavera y en otoño, épocas en las que la micorriza presenta un buen aspecto para ser analizada (Giraud, 1988). Además, se toman datos de la altura del árbol y a que distancia y profundidad se encuentran las micorrizas.

Análisis de las muestras. Las micorrizas, órganos resultantes de la relación simbiótica de la raíz de la planta con el hongo, serán observadas en primer lugar a la lupa binocular para distinguirlas de otros ápices radicales que no estuvieran formando micorrizas. Tras esta primera observación, las micorrizas se estudiarán al microscopio para identificarlas. Para ello nos basaremos en caracteres que presentan y que son utilizados para su determinación, como son el color, el tipo de manto (entramado de hifas del hongo en torno a la raíz de la planta, de manera que esta queda cubierta por él) y presencia o no de hifas saliendo de él. En el caso de *Tuber melanosporum*, la micorriza presenta un manto pseudoparenquimático con las células en forma de puzzle, las hifas son largas y presentan ramificaciones en ángulos rectos (Foto 1). Su color es marrón claro cuando están jóvenes, pasando a marrón oscuro al envejecer.

RESULTADOS

Hasta la fecha se han realizado tres muestreos, otoño de 2000, y primavera y otoño de 2001 antes de realizar los tratamientos culturales. Estos muestreos previos a la realización de los tratamientos se efectuaron con el fin de asegurar que con el paso de algún tiempo, todavía estaba presente *Tuber melanosporum* en el terreno.

La tabla 2 muestra los datos relativos a altura del árbol, y distancia y profundidad de muestreo.

PARCELA	OTOÑO 2000			PRIMAVERA 2001			OTOÑO 2001		
	A	D	P	A	D	P	A	D	P
S.I.A. – 1	169	19,9	11,4	161	26,7	8,8	167,5	26,45	5
S.I.A. – 2	119	5	12,8	116,7	11	11,5	161,7	7,7	7,7
S.I.A. – 3	60	1	5,5	80	2,12	5,25	101	3,62	4,88
Litago	93,3	4,3	11,3	91	4,2	10,6	87	6	9,6
Troncedo	90	5,14	11,2	117	9,4	12,6	129	5	9
Paniza	94	2,4	7,6	99,2	3,3	12	105	4,3	6
Fantova	110,8	4,5	8	110,5	5,8	9,3	105	8,5	9,25
Alcalá de Moncayo	40	1	5,4	38,9	1	5,13	42,5	2,13	7

Tabla 2.- Altura media del árbol (A), distancia media (D) y profundidad media (P) de los árboles muestrados en cada parcela (en cm).

Las parcelas y el estado micorrícico de las mismas se resumen en la tabla 3.

PARCELA	STATUS MICORRÍCICO
S.I.A. – 1	<i>Tuber melanosporum</i> , <i>Tuber brumale</i>
S.I.A. – 2	<i>Tuber melanosporum</i>
S.I.A. – 3	<i>Tuber melanosporum</i>
Puebla de Fantova	<i>Tuber melanosporum</i> , Tipo 1, Tipo SB, Tipo <i>Hebeloma</i>
Litago	<i>Tuber melanosporum</i> , Tipo <i>Hebeloma</i> , Tipo AD, Tipo <i>Hymenogaster</i> , Tipo 2
Troncedo	<i>Tuber melanosporum</i>
Alcalá de Moncayo	<i>Tuber melanosporum</i> , <i>Tuber</i> sp.
Paniza	<i>Tuber melanosporum</i> , <i>Tuber</i> sp.

Tabla 3: Micorrizas encontradas en cada parcela antes de los tratamientos.

DISCUSIÓN

Tal y como se esperaba, con el paso del tiempo los árboles, por lo general, han aumentado en altura y en porte, aunque en ocasiones los datos de altura recogidos no reflejan este aumento debido a que algunos de ellos fueron podados. Este aumento en altura y porte del árbol se ha debido a la presencia de micorrizas en sus raíces, las cuales benefician notablemente al árbol y permiten su mayor desarrollo (Barea y col., 1999). También se ha observado como la distancia a la que se han recogido las muestras ha aumentado, debido al buen desarrollo radical que están teniendo las plantas en las parcelas. Cabe destacar que la profundidad media a la que se encuentran las micorrizas por lo general tiende a disminuir, ya que las raíces tienden a ser más superficiales.

También era de esperar que una vez puestas en campo las plantas inoculadas con nuestro hongo fueran colonizadas por otros hongos que pudieran estar en el terreno. De todos ellos, destacamos la presencia de *Tuber brumale* en la parcela de S.I.A. – 1, nada sorprendente si tenemos en cuenta que su presencia fue detectada en una planta de avellano, especie propensa a albergar mayor número de especies competidoras (Etayo y De Miguel, 1998). Otros tipos micorrícicos encontrados han sido los llamados Tipo SB, Tipo AD, Tipo *Hebeloma* y Tipo *Hymenogaster*, especies citadas en la literatura como frecuentes en truferas cultivadas (Sáez y De Miguel, 1995; Etayo y col., 1999).

Han aparecido otros tipos micorrícicos que no han sido todavía determinados, los denominados tipos 1 y 2, los cuales no merecen una mayor atención ya que han aparecido en mínima cantidad y no muestran características morfológicas que permitan su identificación, si bien hay que tenerlos en cuenta para detectar su posible presencia en otros muestreos.

Por último, comentar que en todas nuestras plantaciones continúa estando presente el hongo que nos interesa, *Tuber melanosporum*, incluso en plantaciones con 6 años de antigüedad, lo cual nos lleva a empezar este proyecto con gran optimismo.

BIBLIOGRAFÍA.

- Barea, J.M.; Perez-Solis, E.; Del Val, C. & Azcón-Aguilar, C. (1999) Importancia de las micorrizas en el establecimiento y protección de las plantas en suelos degradados. *Phytoma*, 111: 18-30
- Carbajo, P. (2000). Arotz-Catesa. Plantación de encinas micorrizadas para la producción de trufas (*Tuber melanosporum*) en la provincia de Soria. Jornadas de Truficultura. Viver, El Toro, Castellón. Octubre 2000.
- Daly, H.E. (1993) Valuing the Earth: Economics, Ecology, Ethics. H.E. Daly & K.N. Townsend, (Eds.), Cambridge, Massachusetts. MA: MIT Press, 387 pp.
- Etayo, M.L. & De Miguel, A.M. (1998). Estudio de la ectomicorrizas en una trufera cultivadas situada en Oloriz (Navarra). *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 11: 55-114
- Etayo, M.L., De Miguel, A.M. y & De Roman, M. (1999). Ectomycorrhizae occurring in hazel (*Corylus avellana* L.), oak (*Quercus faginea* Lam.) and evergreen oak (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) in a cultivated truffle bed along 4 sampling years. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 12: 13-22
- Giraud, M. (1988). Prélèvement et analyse de mycorrhizes. C.T.I.F.L., 1988. La truffe. pp: 49-63. F.N.P.T. Juillet, 1988 n° 10. Ed. Charles Parra. Congrès de la trufficulture. Saintes, 27-28 Novembre 1987
- Olivier, J.M., Savignac, J.C. & Souzart, P. (1996). Truffe et trufficulture. Ed.- Fanlac. 263 pp.
- Palazón, C.; Cartié, G., Delgado, I., Barriuso, J. & Esteban, H. (1999). Propuesta de un método de evaluación y control de calidad de planta (*Quercus* spp.) micorrizada con *Tuber melanosporum* Vitt. para la obtención, en España, de la etiqueta de certificación. V Congreso Internacional de Ciencia y cultivo de la trufa. Aix-en-Provence, Francia, 4-6 de marzo de 1999
- Sáez, R. & De Miguel, A.M. Guía práctica de truficultura. ITGA-Universidad de Navarra. Pamplona, 94 pp.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo ha sido subvencionado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), fondos FEDER, en el marco del Programa Sectorial de I + D Agrario y Alimentario del MAPA, Proyecto SC00-013



Foto 1: Aspecto de micorrizas de *Tuber melanosporum*