



MANUAL TÉCNICO PARA LA GESTIÓN DE PLANTACIONES TRUFERAS





©Primera edición diciembre de 2018

FINANCIA: DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE PALENCIA, dentro del “Programa de truficultura en la provincia de Palencia 2016-2018”.

AUTORES:

BIOTECNOLOGÍA FORESTAL APLICADA

Iván Franco Manchón

Jaime Olaizola Suarez

Luis Santos del Blanco

María Hernández Rodríguez

Luis Fernando Osorio Vélez

Olaya Mediavilla Santos

ECM INGENIERÍA AMBIENTAL:

Beatriz de la Parra Peral

Javier Cuesta Bachiller

CÁTEDRA DE MICOLOGÍA (ETSIAA de Palencia, UVA)

Juan Andrés Oria de Rueda Salgueiro

Diseño gráfico. Servicio de Desarrollo Agrario y Medio Ambiente

Todos los derechos reservados. Quedan expresamente prohibido, bajo las sanciones establecidas por la ley, la reproducción total o parcial de esta publicación, grabación o el envío por un sistema de recuperación de información, bajo ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, magnético, electroóptico actual o futuro, por fotocopia u otros, sin el correspondiente permiso escrito de los titulares de los copyrights.



PRÓLOGO.....	4
1 INTRODUCCIÓN.....	5
2 REQUERIMIENTOS PARA UNA PLANTACIÓN EXITOSA.....	7
2.1. BÚSQUEDA DEL TERRENO	7
2.1.1. LOCALIZACIÓN	7
2.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA.....	7
2.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	10
2.2. PLANTA MICORRIZADA A UTILIZAR.....	11
2.3. DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA RIEGO	12
2.4. VALLADO.....	13
3 CÓMO HACER UNA PLANTACIÓN TRUFERA.....	13
3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	13
3.2. PLANTACIÓN	14
3.3. SISTEMA DE RIEGO	16
3.4. SISTEMAS DE VALLADO.....	17
4 GESTIÓN DE LA PLANTACIÓN.....	18
4.1. ESCARDAS	18
4.2. LABOREOS.....	18
4.3. PODAS DE FORMACIÓN	19
4.4. RIEGO	21
4.5. CONTROL DEL ESTADO DE LA MICORRIZACIÓN.....	22
4.6. ESTIMULACIÓN DE LA FRUCTIFICACIÓN MEDIANTE APOORTE DE SUSTRATOS	23
4.7. RECOLECCIÓN.....	24
5 COMERCIALIZACIÓN	27
5.1. EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DE LA TRUFA	27
5.2. VENTA AL POR MAYOR O POR MENOR	28
5.3. MERCADOS DE TRUFA	28
6 LA RENTABILIDAD DE LA TRUFA (REVISAR TEXTO JAIME)	29
6.1. CONSIDERACIONES DE PARTIDA	30
6.2. GASTOS DE LA INVERSIÓN.....	30
6.3. INGRESOS DE LA INVERSIÓN	32
6.4. VALORACIÓN ECONÓMICA.....	33
7 PREGUNTAS FRECUENTES.....	34
8 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA	39

PRÓLOGO

En el presente manual técnico de truficultura, los lectores pueden encontrar una herramienta práctica para introducirse en el cultivo de la trufa (*Tuber melanosporum*).

En él se presentan una serie de conocimientos básicos y necesarios para el desarrollo de las actividades que tienen que ver con plantaciones truferas tan importantes como: la selección de tierras, las labores para el establecimiento, el manejo y la gestión de la plantación. También se exponen algunos avances tanto en las técnicas agrícolas para un adecuado establecimiento, como en lo relacionado con la aplicación de esporas y bacterias asociadas con el cultivo, que ayudan a mejorar y aumentar la producción. Por último, se pueden ver algunos datos de interés para la distribución y comercialización en los mercados existentes y un breve estudio de viabilidad de una plantación tipo.



Imagen 1. Foto detalle de la trufa negra (*Tuber melanosporum* Vittad)



1 INTRODUCCIÓN

La truficultura como explotación rentable, goza de un gran futuro en Palencia así como en el resto del país. Grandes extensiones de terrenos dedicados durante mucho tiempo a la agricultura tradicional y que poco a poco han ido perdiendo rentabilidad, pueden reconvertirse y tener un buen potencial para el establecimiento de plantaciones de alto valor, como es el caso de la trufa negra (*Tuber melanosporum*). Esta es una nueva alternativa rentable no solo para los propietarios, sino para la economía y ecología de las zonas rurales donde se instalan este tipo de plantaciones. Desde un punto de vista socioeconómico son muchas las ventajas que se pueden obtener con la implementación de la truficultura.

La trufa negra, cuyo nombre científico es *Tuber melanosporum* Vittad, es la principal especie de hongo que se introduce en las plantaciones, al ser la más valorada en el mercado. Se trata de un hongo hipogeo, es decir, que crece bajo la tierra. Gracias a esta forma de vida, es más resistente a grandes sequías o heladas. También es importante señalar que se trata de un hongo micorrícico, esto significa que establece una relación de simbiosis obligada, ya que no puede completar su ciclo de vida sin estar asociado a una planta huésped de la que reciben carbohidratos. Estas plantas también se ven beneficiadas por la presencia del hongo, al recibir agua y minerales del mismo. Ente las especies arbóreas que forman micorrizas con la trufa negra destacan las especies pertenecientes al género *Quercus* (roble y encinas) y los avellanos.

El cultivo de la trufa requiere de inversiones agrícolas relativamente bajas, promueve la reforestación y la restauración económica de zonas rurales y da estabilidad al uso del suelo. Actualmente, el cultivo de la trufa atrae un creciente interés como alternativa a los cultivos agrícolas en terrenos marginales de zonas con bajos ingresos, al ser una opción muy favorable en las zonas calcáreas, donde las condiciones no admiten otros tipos de cultivos o donde los rendimientos que se obtienen por cultivos tradicionales son escasos.

Por ello, las plantaciones truferas pueden ser a día de hoy, un cultivo de alta rentabilidad, con una producción no excedentaria. La evolución histórica de los precios de la trufa negra presenta valores que se estabilizan en un precio medio de 400 €/kg para el productor. Puede suponer un destacado complemento de renta en áreas de terrenos agrícolas marginales, fomenta la diversificación agraria, siendo un cultivo en el que pueden concurrir ayudas económicas institucionales.

Es importante mencionar que las primeras plantaciones de encinas truferas en algunas comarcas cercanas a Palencia se establecieron hace aproximadamente hace unos 30 años, hacia 1988. Específicamente en la zona del Cerrato y sus alrededores, sobre todo de encinas micorrizadas, pero también de robles, coscojas y avellanos. José García, profesor en la escuela de

capacitación de la Santa Espina en los montes Torozos, consigue trufas negras en las plantaciones experimentales desde comienzos de la década de 1990.

El hecho es, que en los últimos años se están recogiendo en las plantaciones palentinas numerosas trufas negras de buena calidad y tamaño, lo que está animando a los agricultores y Ayuntamientos a nuevas explotaciones truferas, llegando en el año 2018 a superar las 100 ha plantadas. Iniciativa impulsada también a través del Programa de desarrollo de la Truficultura en la provincia de Palencia (desde el año 2016), promovido por la Diputación de Palencia en colaboración de la Cátedra de Micología de la Universidad de Valladolid y las empresas de biotecnología palentinas IDForest y ECM.

Por último, recalcar que paradójicamente, las plantaciones truferas están siendo rentables, a pesar de estar establecidas en suelos pedregosos y pobres. **Es importante resaltar que el éxito en este cultivo se alcanza siempre que se tengan en cuenta todos y cada uno de los requisitos que se explican de manera detallada en este manual.** Las distintas experiencias demuestran que si se desprecia alguno de ellos puede llevar al traste la explotación y por lo tanto la inversión.



Imagen 2. Plantación de trufa negra con encina en la zona del Cerrato palentino (Palencia).

2 REQUERIMIENTOS PARA UNA PLANTACIÓN EXITOSA

Hacer una plantación trufera productiva consiste principalmente en encontrar un suelo adecuado, disponer de un sistema de riego óptimo y utilizar plantas de calidad que produzcan trufas.

2.1. BÚSQUEDA DEL TERRENO

Uno de los primeros retos ante los que se encuentra una persona que quiere iniciar un cultivo de trufa es la **selección del terreno**. Muchas veces nos encontramos ante la disposición de terrenos que anteriormente han sido utilizados para otro cultivo y que por razones familiares llegan a nuestras manos. En otras ocasiones se pueden adquirir parcelas para este fin, pero siempre hay que tener en cuenta los siguientes factores que a continuación se presentan y que marcarán la viabilidad de la plantación.

2.1.1. LOCALIZACIÓN

Aunque es un factor secundario, la accesibilidad de la parcela donde vamos a instalar una plantación trufera es importante por dos factores fundamentales:

1.- **Comodidad**. Si la parcela tiene una llegada incómoda, está lejos o los caminos de acceso no están en buen estado, el trabajo diario se verá perjudicado. El cultivo de la trufa tiene una característica fundamental: las labores hay que hacerlas en el momento justo. Si por razones de distancia, incomodidad de acceso o deterioro de caminos no se realizan las visitas necesarias, el cultivo se verá resentido.

2.- **Vandalismo**. Cuando una plantación se encuentra en un lugar poco frecuentado y alejado de vías principales puede favorecer el trabajo al vandalismo, aunque actualmente no es un problema preocupante.

2.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA

2.1.2.1. Condiciones climáticas

La trufa negra necesita ambientes de clima continental mediterráneo, esto es, el clima de casi toda la provincia de Palencia. Este tipo de clima se caracteriza por inviernos muy fríos, veranos calientes y muy poca lluvia de junio a septiembre. Si no se dan estas condiciones, es posible que otros hongos invadan nuestra parcela. Por tanto, los truficultores palentinos no deben preocuparse por este factor, ya que Palencia se encuentra en un lugar muy adecuado para el cultivo de la trufa desde el punto de vista climático.

Como dato de interés, los límites en cuanto a precipitaciones, según bibliografía, se encuentran entre 600 y 900 mm anuales, de los cuales al menos unos 80 -100 mm deben ser estivales (precipitación que se asegura con la instalación de riego).



2.1.2.2. Superficie deseable

Con el fin de optimizar los trabajos que son necesarios realizar (gradeo, podas, riegos, etc.) recomendamos que la parcela mínima sea de 3,5-4 ha aproximadamente. El factor fundamental es que uno de los gastos de inversión mayores como son el sondeo y la bomba de riego, se reparten mejor a mayor superficie, siendo la inversión del riego más fácil de amortizar cuantas más hectáreas tengamos. Además, es preferible tener la plantación en una sola parcela para hacer los trabajos más eficientemente.

2.1.2.3. Forma de la parcela

Como en cualquier parcela agrícola, y más aún cuando la parcela hay que vallarla, la forma mejor es la que más regular sea (cuadrada o rectangular). En parcelas de este tipo las labores de tractor serán más baratas y el vallado será más económico que si trabajamos en parcelas irregulares, con esquinas o divididas por caminos o arroyos.

2.1.2.4. Pendientes máximas admisibles

La pendiente de la parcela afecta a la retención de agua del suelo ya que, a mayor pendiente, mayor riesgo de escorrentía. También afecta a los trabajos de la maquinaria, no siendo recomendable trabajar con una pendiente lateral mayor del 20%.

2.1.2.5. Antecedentes de cultivo

Aparentemente, el cultivo o vegetación anterior en una parcela que reúne unas condiciones de clima y suelo adecuadas no son importantes. Pero conocer las plantas que había en una parcela en la que vamos a hacer una importante inversión, en la que la base del negocio es un hongo que vive en el suelo, es fundamental.

Cuando planteamos optimizar el crecimiento y fructificación de uno solo de estos hongos, como la trufa, el resto de las especies de hongos se convierten en nuestros competidores y les llamamos contaminantes. Por esta importante razón, que haya existido un encinar justo antes de la instalación de nuestra plantación está fuertemente desaconsejado, ya que en el suelo habrá gran cantidad de hongos contaminantes que se asociarán a nuestras plantas y ocuparán un hueco en la raíz en detrimento del hongo de la trufa negra.

Un suelo adecuado, libre de posibles competidores de la trufa es aquel que ha estado cultivado previamente, estéril de hongos forestales y, en consecuencia, limpio para nuestra trufa.

2.1.2.6. Lindes con parcelas de monte

Las parcelas que se encuentran en el límite del monte tienen un riesgo adicional de contaminación por hongos forestales. Nos es un riesgo grave, pero se puede minimizar teniendo una serie de precauciones:

- Realizar una zanja de 50 cm de profundidad en el perímetro de nuestra parcela para romper raíces que entren en nuestro terreno y evitar que se desarrollen.
- Separar lo máximo posible nuestra plantación mediante el vallado o caminos perimetrales.

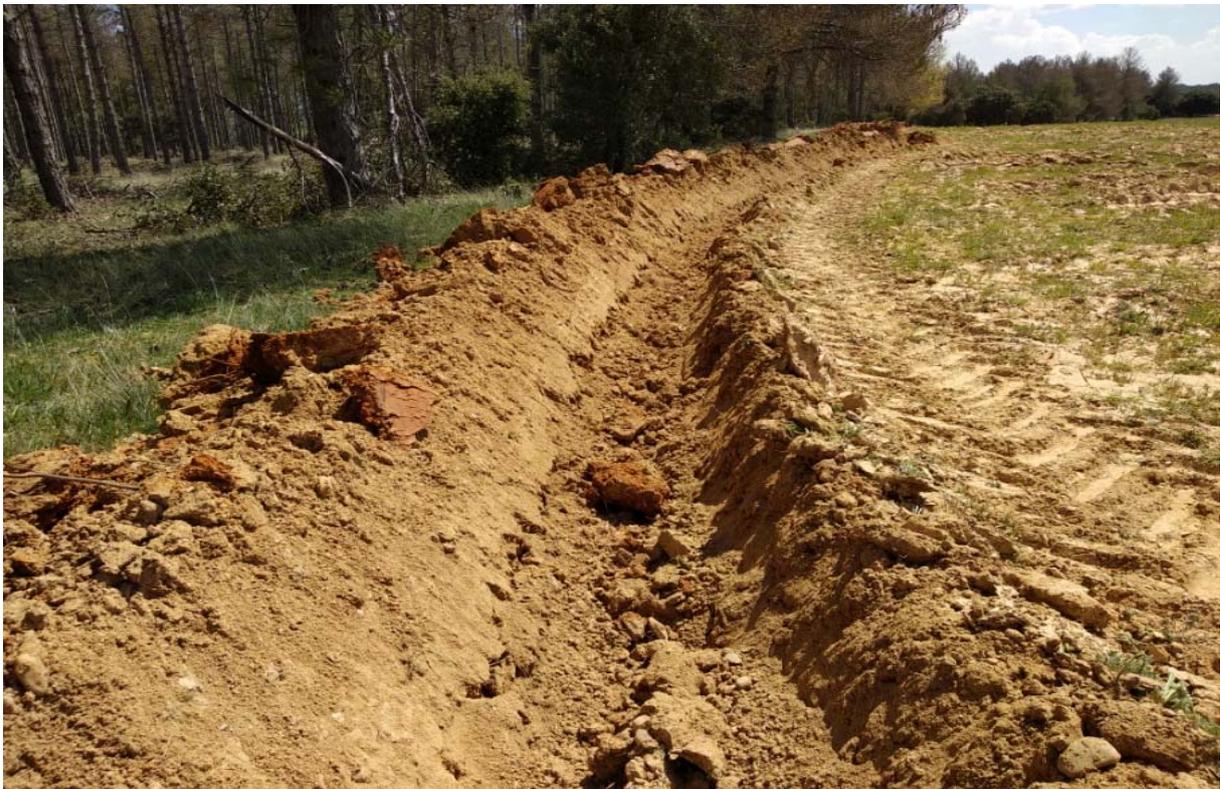


Imagen 3. Zanja de prevención de contaminación de parcelas linderas a la plantación.

2.1.2.7. Posibilidad de roturación

La roturación de monte para realizar una plantación trufera es viable, sin embargo, hemos de considerar que ese suelo estará contaminado con muchos hongos micorrícicos forestales. Para evitar que actúen, recomendamos hacer un cultivo de cereales o forrajes durante 2 años desde la roturación. Esta labor permite limpiar de hongos de bosque nuestro terreno y favorecer a la trufa cuando implantemos las encinas micorrizadas.

2.1.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

2.1.3.1. Textura

De forma natural las trufas fructifican en suelos calizos de pH superior a 7 y con un contenido en arcilla no demasiado alto ya que ésta evita la aireación necesaria para el hongo.

Por ello, lo primero que hay que hacer tras la elección de la parcela es un análisis de pH y saber la textura del suelo, determinada por los porcentajes de arena, arcilla y limo. La textura más adecuada es la textura franca con arcillas por debajo del 35% y con alto contenido en arena.

2.1.3.2. Estructura

Para la trufa negra, la forma ideal en que se deben organizar las partículas individuales de arena, arcilla y limo del suelo (estructura del suelo), es la migajosa o granular. Esta estructura favorece una aireación adecuada y el almacenamiento del agua de lluvia o riego, evitando la erosión y promoviendo el crecimiento de las raíces. Debemos evitar suelos excesivamente arcillosos o arenosos pues son desfavorables para la trufa. Los suelos de plantaciones truferas excesivamente arcillosos o arenosos pueden mejorarse localmente mediante la realización de pozos truferos con sustrato especial para truficultura.

2.1.3.3. Análisis químico

Para conocer de forma fiable las condiciones físico-químicas detalladas de un suelo es necesario hacer un análisis completo del mismo, obteniendo información importante para el desarrollo de la trufa (la materia orgánica, el contenido en fósforo o la salinidad). Para esto se tomarán una serie de muestras en el terreno y se enviarán a un laboratorio agrícola especializado.

Otras variables a considerar son la caliza activa, caliza total (determinan la degradación de la roca caliza), y la pedregosidad.

Tabla1. Valores recomendados para el cultivo de la trufa publicados por García-Barreda et al. 2012, en: Truficultura, Fundamentos y Técnicas Coord. Santiago Reyna, 2012:

VARIABLE	VALORES RECOMENDADOS
TEXTURA	Franca, Franco-Arcillosa, Franco-Arenosa o Franco-Limosa
ELEMENTOS GRUESOS (%)	Siempre Favorables
pH	7,5-8,5
CALIZA TOTAL (%)	1-80
CALIZA ACTIVA (%)	0,1-30
MATERIA ORGÁNICA (%)	01-11
RELACIÓN C/N	5-15
P2O5 ASIMILABLE (Olsen ppm)	5-150
N (Kjedahl) (%)	0,1-0,5
K2O ASIMILABLE (ppm)	50-500
CONDUCTIVIDAD (mmhos/cm)	0-0,35

Estas son las recomendaciones más favorables relacionadas con las características físico químicas del suelo, pero actualmente no están siendo limitantes cuando no se cumplen, en casos en los que se prioriza y se complementa con nuevos métodos de gestión en plantaciones (aporte de substratos, el manejo de la densidad y poda o la corrección de pH en determinados suelos).

Con estos nuevos métodos de gestión es posible producir trufas en lugares que serían definidos como marginales para el cultivo de la trufa y con serias dudas en la obtención de producciones aceptables.

2.2. PLANTA MICORRIZADA A UTILIZAR

En una plantación trufera, necesitamos conseguir tener planta forestal de vivero de calidad, que lleve asociado en sus raíces el micelio de la trufa negra en el momento de la plantación y que con su madurez empiecen a producir las trufas. Es lo que se conoce como planta micorrizada con trufa negra.

2.2.1. SELECCIÓN DE LA ESPECIE

Las plantas micorrizadas más adecuadas para utilizar en la provincia de Palencia son las encinas (*Quercus ilex*) y el roble carrasqueño o quejigo (*Quercus faginea*). Son árboles muy resistentes y capaces de producir importantes cantidades de trufa negra.



2.2.2. CALIDAD DE LA PLANTA MICORRIZADA

Las plantas de las especies mencionadas deben estar micorrizadas con la trufa negra (**calidad micológica**) y corroborar que se trata de la especie de hongo que se quiere (*Tuber melanosporum* en nuestro caso).

Para considerar una planta como adecuada debe reunir también una serie de condiciones como un tamaño adecuado, una robustez mínima o un sistema radical equilibrado (**calidad forestal**), además de estar libre de enfermedades y plagas (**calidad sanitaria**).

La mejor forma de asegurarse de que la planta que se vende es de alta calidad, es trabajar con viveros especializados en trufa, con años de experiencia en el mercado y asegurarse que tienen controles de lotes de planta con laboratorios acreditados, que certifiquen su calidad, de acuerdo a las recomendaciones científicas: que superen un mínimo porcentaje de micorrización de trufa negra en el sistema radical, la menor cantidad posible de hongos contaminantes y por supuesto, que acrediten la ausencia de otras trufas diferentes a la negra en sus raíces (esto podría llevarnos al fracaso de la plantación).

Dedicarle tiempo a obtener una planta de calidad en todos sus aspectos, te permitirá asegurarte en gran parte el futuro de esa plantación. Se trata de uno de los grandes pilares para conseguir una trufera exitosa.

2.3. DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA RIEGO

Para poder asegurar un desarrollo óptimo de las trufas es imprescindible disponer de un sistema de riego.

La fase inicial de crecimiento de la trufa comienza cada año en abril-mayo, donde se van formando unas pequeñas estructuras milimétricas similares a pequeñas trufas (conocidas como primordios). Éstas necesitan superar la época estival para llegar a ser trufas maduras, siendo la sequía la principal causa de aborto. Por lo que si no se llega a las precipitaciones mínimas para su desarrollo, no aseguraremos la producción de la trufa.

Para no depender exclusivamente de la presencia o no de las posibles tormentas estivales, favorecer un desarrollo precoz de las plantas que aporten una producción lo más temprano posible y asegurar la producción anual de este hongo, un sistema de riego adecuado, es el aval más importante. Por lo tanto, conocer si va a haber agua disponible para el riego en la parcela seleccionada es otro factor importantísimo.

En ocasiones podremos disponer de una fuente de abastecimiento dentro o cerca de la finca (canal, una acequia, un río o arroyo, una balsa, un pozo de riego, un sondeo o hidrante que permita abastecer a la futura plantación), pero en otras no se tiene. Para este caso, será necesario estudiar previamente la posibilidad de acometer agua hasta la misma mediante un pozo o sondeo. La



mejor forma de asegurarse de que se podrá llevar a cabo es mediante un estudio hidro-geológico del suelo realizado por especialistas en la materia.

Para todos los casos, es necesario determinar si disponemos suficiente **cantidad de suministro de agua**, adecuado al tamaño de nuestra plantación y a la vida útil de la plantación (más de 30 años). Junto con la cantidad de agua disponible se necesita saber **la calidad del agua** (que se determina por un laboratorio especializado). Para la trufa, el agua debe tener un pH adecuado (>7), naturaleza no salina y niveles de nutrientes no excesivamente altos.

2.4. VALLADO

La realización de un cerramiento alrededor de la parcela se hace imprescindible para proteger a la plantación de posibles daños ocasionados por animales, además de impedir el acceso de personas ajenas a la misma.

3 CÓMO HACER UNA PLANTACIÓN TRUFERA

Además de los factores condicionantes anteriores, el cómo llevar a cabo la obra de plantación también es clave para asegurar que sea exitosa. Conviene pararse a diseñar la plantación de acuerdo a las condiciones reales de la finca y tomar las distintas soluciones técnicas que pueden darse a los diferentes problemas relacionados con la ejecución de la plantación.

3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación del terreno incluye todas aquellas actuaciones necesarias para conseguir las condiciones óptimas de la parcela, así como para la instalación y posterior mantenimiento de la plantación.

3.1.1. ACTUACIONES PREVIAS

Dependiendo del estado de la parcela se tendrán que hacer diferentes actuaciones:

Realización de zanjas perimetrales a la parcela. Justificada cuando la parcela linda con una masa arbórea que pueda ser contaminante.

Despedregado. Retirada de piedras de gran tamaño que puedan impedir las labores de preparación.

Laboreo profundo. Es imprescindible romper los primeros 60 cm del suelo, sin voltearlos, para airear la superficie de suelo. En suelos de cultivo cerealista, se aconseja una preparación anterior, mediante un pase de subsolador en la línea de plantación previo al laboreo profundo en otoño.



3.1.2. ENMIENDAS ORGÁNICAS Y MINERALES

En función de los resultados del análisis del suelo es posible que convenga algún tipo de actuación sobre el terreno. No es lo común, pero a veces un pH algo bajo puede precisar de alguna enmienda calcárea. Por otra parte, una relación C/N excesivamente alta puede precisar de un labrado del suelo para favorecer la evolución de la materia orgánica, etc.

3.1.3. TIPOS DE PREPARACIÓN DEL TERRENO

Un laboreo profundo con arado de vertedera o discos durante el otoño, consiguiendo así que los primeros hielos del invierno actúen sobre los terrones y se mejore la labor siguiente.

Pases de grada o cultivador que igualan el terreno y desmenuzan los terrones. Este trabajo es preferible hacerlo al final del invierno o principios de primavera.

Replanteo de la plantación con ayuda de tractor agrícola con GPS y un rejón, que entre 40-60 cm de profundidad, realizando un subsolado (cruzado o lineal dependiendo del caso) o con una ahoyadora.

3.2. PLANTACIÓN

La **plantación** se realiza manualmente sobre los hoyos semi-abiertos del rejón, con ayuda de una azada, o bien sobre los hoyos abiertos con la ahoyadora, con plantas de encina durante los meses de noviembre-diciembre o febrero-marzo y con el suelo en tempero. Como mejora se plantea incorporar una serie de sustratos y/o aportes en el hoyo de plantación en el momento justo anterior de colocar la planta (ver 3.2.2 APORTES DE SUSTRATOS Y ESPORAS).

Simultáneamente a la plantación, se colocan protectores para las plantas que fomentan el crecimiento en altura, evitan la pérdida de agua por evapotranspiración, protegen a la planta de los daños ocasionados por la fauna y hacen visibles las plantas sobre el terreno para evitar daños ocasionados por la maquinaria.

3.2.1. DENSIDAD

Se tiende a ir a marcos regulares de plantación de entre 5x5 a 7x7 metros, lo que suponen densidades de 400 a 204 plantas por hectárea, pudiendo jugar con las distancias entre calles y entre plantas y teniendo en cuenta las labores mecanizadas de mantenimiento.

3.2.2. APORTES DE SUSTRATOS Y ESPORAS

En muchas ocasiones, en el momento de realizar la plantación, resulta recomendable añadir tanto sustrato orgánico (especial para truferas), como esporas en el hoyo de plantación, que facilita la adaptación de las nuevas plantas al suelo.

El **sustrato orgánico** facilitará el arraigo de la planta introducida, manteniendo mejor la humedad del suelo y aportando nutrientes necesarios a la planta.

Mientras que la adición de **inoculo con esporas de trufa negra** en el hoyo de plantación, permitirá una colonización más rápida y efectiva de las nuevas raíces propicias para formar las micorrizas. Importante asegurarse que estas esporas adicionales corresponden a trufa negra y no a otros tipos de trufas contaminantes (debemos certificar la calidad del inoculo).

En caso de que el suelo esté muy seco en el momento de la plantación, es importante realizar un primer riego en el menor tiempo posible, para asegurar el éxito del establecimiento de la planta.



Imagen 4. Hoyo de plantación con aporte de sustrato e inoculo extra de trufa.

3.2.3. CULTIVOS ACOMPAÑANTES

El uso de cultivos acompañantes en una plantación trufera es un aspecto a considerar a la hora de llevar a cabo la plantación, o en su defecto, una vez que ésta ya ha sido establecida. El amplio espacio existente entre calles en las plantaciones trufas, permite la posibilidad de implantar algún cultivo acompañante compatible con la trufa negra, que nos permitirá aprovechar al máximo el terreno al mismo tiempo que aportamos un valor extra a nuestra plantación.

Alguna de esas especies son la **lavanda o lavandín** (*Lavándula angustifolia* y *Lavándula hybrida*), cultivos que están en auge y con proyección en el mercado,



para la obtención de aceites esenciales. Se trata de dos cultivos con una ecología muy similar a la de las trufas, pudiendo de esta manera optimizar varios productos, principalmente los primeros años de vida de la plantación trufera, mientras que se consigue la primera producción de trufas y asegurando de esta manera, una mayor rentabilidad económica.

Para que el cultivo sea rentable, deberían ponerse unas 10.000 plantas/ha, con separación entre plantas de 0,5 a 1 m. La recolección se realiza al tercer año ya que es cuando las plantas alcanzan su máxima producción y vigor. Se siega una vez al año durante el verano para la obtención del aceite esencial. Los beneficios rondan los 550 euros por hectárea para el lavandín, mientras que la lavanda se sitúa en torno a 850 euros por hectárea.

Como actividad complementaria, la **implantación de colmenas** dentro o cerca de la plantación trufera puede poner también en valor nuestro terreno, aprovechando así la floración de la lavanda para la producción de miel, generando otro aprovechamiento adicional.

3.3. SISTEMA DE RIEGO

Es necesario conocer cuál será la infraestructura necesaria para llevar y distribuir el agua desde la fuente hasta los árboles y asegurarnos una producción óptima.

Lo ideal es instalar el sistema de riego tras realizar la plantación pero podría aplazarse 3 años (si apoyamos con riegos manuales el 1-2 año).

Aunque existen diferentes sistemas de riego posibles, la experiencia viene demostrando que el **riego por micro aspersion** es el más efectivo y preciso para este cultivo. Mediante este sistema, el terreno se humedece de forma uniforme, posibilitando un continuo desarrollo de los primordios de trufa en toda la superficie.

3.3.1. MICROASPERION

Este tipo de riego consiste en una red de tuberías de plástico, normalmente de polietileno, que llevan insertos emisores similares a pequeños aspersores.

Pese a que este sistema trabaje con una presión baja es indispensable tener un grupo de presión debidamente instalado en el sondeo, balsa, captación, etc. La potencia de esta bomba dependerá de muchos factores, entre ellos la profundidad del pozo (si el agua se capta de un pozo), de la pendiente de la parcela, etc.

Si la bomba es eléctrica y no se dispone de acometida eléctrica en la parcela, la única alternativa es un grupo electrógeno de gasolina o gasóleo, en el futuro próximo será posible accionar estas bombas con placas solares, pero en este momento lastran mucho la rentabilidad de la plantación y la posibilidad de riego

en cualquier momento del día o la noche. También hay que tener en cuenta que, puesto que el orificio de salida del emisor es pequeño, va a ser necesario disponer de un sistema de filtrado adecuado a continuación de la bomba para evitar así obturaciones en los micro aspersores, como también el deterioro de las tuberías.

Habitualmente, la plantación ha de sectorizarse como consecuencia de que el caudal disponible en la captación no es suficiente para regar todas las plantas de una vez. Entonces, será necesaria la colocación de electroválvulas o llaves manuales que permitan la apertura y cierre de dichos sectores.

Los micro aspersores han de colocarse clavados entre dos plantas, a la misma distancia de cada una de ellas, con una estaca de elevación. El radio del abanico de agua que tiene que emitir el micro aspersor siempre ha de ser superior a la distancia que guarda con sendas plantas. Además, se recomienda instalar emisores de 120 L/h o superiores para evitar riegos prolongados y que éstos sean más efectivos.

3.4. SISTEMAS DE VALLADO

El cerramiento debe cumplir el objetivo principal de preservar la plantación trufera, por ello deberá adaptarse a la fauna existente y a los condicionantes de la zona que nos haga elegir un tipo de cierre sobre otro. Existen numerosos tipos de vallado, dentro de los cuales se hace necesario optar por una serie de parámetros, como son la altura (1,5- 2,5 m) y los materiales que la formen (resistentes y duraderos en el tiempo).



Imagen 5. Detalle de vallado en plantación trufera en Ampudia (Palencia).



La solución más común es optar por un vallado de 2 metros de altura con malla cinética, de malla metálica galvanizada y postes de madera previo tratamiento contra la pudrición (clase de uso IV con penetración NP5), colocados cada 3 metros y refuerzos cada 30. Se debe contar con una puerta que permita el acceso a la maquinaria, convenientemente que no sea muy pesada.

4 GESTIÓN DE LA PLANTACIÓN

4.1. ESCARDAS

Las escardas son una de las primeras labores culturales a practicar en una plantación de trufa negra. Esta tarea consistirá en la eliminación de la vegetación herbácea que ha surgido alrededor del árbol trufero como consecuencia de las lluvias primaverales. Las escardas sirven para eliminar las plantas competidoras (adventicias o "maleza") de las pequeñas encinas o robles, así como para estimular el desarrollo del micelio de la trufa negra.

Los primeros 3 años bastará con retirar la vegetación presente no más allá de 50-80 cm desde el tronco de la planta trufera. Suele hacerse con una azada y un rastrillo con precaución de no profundizar más allá de 10 cm.

Se recomienda aprovechar la primera escarda para generar un pequeño alcorque alrededor de la planta que permita a los riegos manuales ser más efectivos. Las escardas han de hacerse entre los meses de abril o mayo y nunca esperar a que estas plantas produzcan sus semillas, durante los primeros 3-4 años de la plantación hasta ver que aparecen los "quemados" truferos.

4.2. LABOREOS

En truficultura, los laboreos son una de las actuaciones más importantes para evitar la ausencia de vegetación adventicia, permitiendo mayor radiación solar, impacto directo del agua de lluvia sobre el terreno, mayor cantidad de agua y nutrientes disponible para la planta trufera.

Por otro lado el laboreo superficial también evita la formación de trufas demasiado cerca de la superficie, evitando así el riesgo de desecación durante el verano y congelación durante el invierno.

Se recomienda laborear con un cultivador o una pequeña grada de discos a no más de 15 cm de profundidad en las zonas donde no existen “quemados” y 10 cm en las zonas con “quemados”.



Imagen 6. Laboreo superficial con grada de discos

Es muy importante el momento de realizar el laboreo para optimizar la actuación; el suelo debe tener cierta humedad (en tempero) pero nunca con exceso para evitar la compactación.

De forma habitual, cuando la parcela ya ha entrado en producción sólo se realiza un laboreo al año. El momento óptimo se localiza entre los meses de abril y mayo. Si el año fuese excesivamente lluvioso, podrían realizarse otro más a principios de junio para eliminar las nuevas plantas brotadas. De igual forma, en una plantación adulta se recomienda que no se ejecute ningún laboreo en otoño, pese a que con las lluvias pueda aparecer vegetación adventicia ya que se puede desenterrar alguna trufa en formación.

4.3. PODAS DE FORMACIÓN

Con el fin de incentivar un buen desarrollo de la planta y del hongo, las podas se han convertido en una de las labores ineludibles a efectuar en la plantación.

A modo de recomendación, siempre que se vayan a hacer podas hay que procurar tapar las heridas generadas con masilla especial para evitar la entrada



de patógenos. Esto ha de hacerse, por lo menos, en las ramas de más de 2 cm de diámetro.

A lo largo de las diferentes etapas de vida de la plantación las podas se van a realizar de forma distinta.

4.3.1. Podas en el periodo de colonización (5 primeros años)

Durante esta etapa lo habitual es eliminar los rebrotes basales, intentando dejar un tallo principal. Esto puede hacerse en verde o durante el periodo de parada vegetativa (de noviembre a febrero). Lo más correcto es ejecutarlo con una tijera de podar, puesto que los tallos serán bastante finos.

Durante este periodo las podas han de realizarse anualmente.

4.3.2. Podas en el periodo de asentamiento (del año 6 al 10)

En este periodo además de ir eliminando los rebrotes basales, se va limpiando de ramas el tronco principal desde el suelo hasta una altura equivalente a un tercio de la altura total del árbol. También se podrán eliminar ramas de la copa, intentando no superar el 20 % de su espesura.

Estas podas deben de hacerse justo después de haber terminado la campaña de recogida de trufa (entre marzo y principios de abril). Durante este periodo las podas han de realizarse anualmente.

4.3.3. Podas en el periodo de explotación (del año 10 en adelante)

Durante esta fase, se sigue eliminando rebrotes basales y limpiando el tronco de ramas hasta el primer tercio de altura. En cuanto a la poda de la copa, lo habitual el recortarla en altura hasta los 2-2,5 m, pero para la formación la misma no existe una única técnica. Hay truficultores que realizan una poda en forma de cono invertido, otros en forma de cilindro, e incluso existen casos que recortan la copa a modo de esfera; dando buenos resultados todas ellas. De cualquier forma, lo más importante es evitar la realización de podas severas (mayores al 30 % de la masa) que causen un desequilibrio entre el sistema radical y el aéreo.

Para estas tareas, además de tijeras de podar, ya puede utilizarse una recortadora de setos para dar forma a la copa y recortar en altura, como también una pequeña moto sierra para eliminar ramas gruesas.

Estas podas deben de hacerse justo después de haber terminado la campaña de recogida de trufa.

Del año 10 al 20, aproximadamente, las podas han de hacerse cada dos años. A partir del año 20 pueden dilatarse los periodos entre podas a 3 o 5 años.



Imagen 7. Trufera con necesidad de poda (Villaviudas-Palencia).

4.4. RIEGO

Una vez que empiezan a formarse los primordios (abril-mayo), se requiere una cierta humedad en el suelo para no perjudicar el desarrollo de las trufas, aportado en forma de lluvia o mediante riegos esporádicos.



Imagen 8. Riego de apoyo.



Los riegos no pueden ser excesivos, ya que el exceso de humedad promueve el crecimiento de otros hongos competidores con la trufa negra (especialmente *Tuber brumale*).

Los requerimientos hídricos de una plantación van a ser distintos dependiendo de la edad de la misma: **En el primer verano**, los aportes de agua únicamente servirán para afianzar la supervivencia de las plantas (riego de apoyo). Durante estos meses se han de aportar del orden de unos 10 a 15 l por planta en cada riego.

En el **segundo año** y años posteriores hasta alcanzar una masa crítica de micorrizas, no se debe abusar de los riegos. La dosis de cada riego en esta etapa dependerá del tipo de suelo, aunque nunca se recomienda riegos abundantes (más de 20 L/m²). El aporte del riego puede ir incrementando con la evolución del quemado.

Si fuera necesario por falta de lluvias, habría que regar cada tres semanas hasta finales de julio. Después, lo recomendable es someter al hongo a un estrés hídrico procurando no regar hasta que lleguen las primeras lluvias otoñales en septiembre, salvo que hubiera una sequía acuciante.

Durante el período de producción los meses de julio y agosto hay que aportar a la trufera (entre lluvia y riegos) del orden de entre 100 y 120 L/m². Durante este periodo de tiempo puede haber espacios de entre 15 y 20 días de sequía absoluta (ni lluvia, ni riegos), pero nunca se deben sobrepasar los 25 días.

El riego en las plantaciones truferas en producción es una de las labores más difíciles de realizar. Para hacer un buen riego es fundamental conocer muy bien nuestro tipo de suelo y estar muy pendiente de las lluvias estivales. Este factor es muy importante para no regar demasiado. Se recomienda instalar uno o varios pluviómetros en la parcela para controlar la cantidad de agua aportada por las lluvias y saber con más precisión el aporte de agua necesario.

4.5. CONTROL DEL ESTADO DE LA MICORRIZACIÓN

En una plantación trufera no todas las plantas tienen el mismo comportamiento en cuanto a aspecto, desarrollo y producción de trufa. Así, es frecuente encontrarse con árboles micorrizados que no han desarrollado el quemado, en los que se recolecta trufa o que producen otras especies de hongos contaminantes.

Cuando esto pasa es importante saber qué ocurre debajo del suelo haciendo análisis cuantitativos y genéticos mediante muestras del suelo en la plantación apoyado de laboratorios especializados que nos den un diagnóstico real del estado de la plantación.



Imagen 9. Plantas de encina micorrizadas con trufa negra preparadas para su análisis en laboratorio.

4.6. ESTIMULACIÓN DE LA FRUCTIFICACIÓN MEDIANTE APOORTE DE SUSTRATOS

Con el paso del tiempo, se ha comprobado que la incorporación de materia orgánica en los mismos hoyos donde se recolectan trufas, favorece una mayor cantidad de trufas nuevas en los años siguientes. Esta técnica de aporte de materia orgánica al suelo trufero, se conoce como realización de “nidos truferos” o “aportes”.

Consiste en la creación de pozos u hoyos alrededor de la planta en los cuales se elimina la tierra natural para sustituirla por un sustrato especial para truficultura.

Normalmente se practican 3 o 4 nidos alrededor de cada planta. En ellos, además del sustrato, también se puede añadir inoculo de trufa negra e incluso acompañado de bacterias específicas, con el fin de facilitar la micorrización de nuevos ápices, servir de banco de esporas en el suelo y estimular su fructificación.

Por lo tanto, la realización de estos nidos permite adelantar y aumentar las producciones y mejorar la estética y calidad de la trufa (aumentando su valor en el mercado).

El momento óptimo para hacer los nidos es tras finalizar la temporada de recolección, empezándose a partir del 4 año y con una frecuencia cada tres años. A partir del año 20, los nidos pueden hacerse cada 4 años ya que en ese momento habrá una cantidad de materia orgánica suficiente en el suelo.



Imagen 10. Aporte de sustrato. Nidos truferos.

Una de las desventajas que podemos encontrar con los nidos en alguna ocasión, es que cuando el perro detecta alguna trufa dentro de estos nidos, pueden encontrarse en el mismo otras 3 o 4 trufas, que en muchos casos están en procesos de maduración diferente. Y una vez abierto el nido, es necesario recoger todas las trufas, ya que se rompen las finas conexiones de micelio de las trufas y dejan de crecer y madurar. Teniendo trufas recolectadas de diferente calidad y que repercutirán en su venta.

4.7. RECOLECCIÓN

La labor de la recogida de trufa es una actividad un tanto singular porque es necesario un animal para localizar los frutos. Esta tarea actualmente está regulada en la Comunidad de Castilla y León por el Decreto 31/2017, de 5 de octubre, por el que se regula el recurso micológico silvestre en Castilla y León. En lo concerniente a plantaciones truferas, este Decreto impone dos restricciones claras a cualquier truficultor de Castilla y León:



- Solamente podrán utilizarse como animales auxiliares a la recolección los perros amaestrados para este fin.
- La recogida de *Tuber melanosporum* (trufa negra) en plantaciones truferas, será del 15 de noviembre de cada año al 31 de marzo del año siguiente.

4.7.1. EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA LA RECOLECCIÓN

El equipamiento básico a disponer a la hora de recolectar trufas es el siguiente:

- Perro trufero entrenado.
- Cuchillo o machete trufero con punta afilada para excavar en busca de la trufa.
- Zurrón o morral trufero para ir guardando las trufas recolectadas mientras se trabaja en la plantación.
- Rodilleras de jardinero o cojín acolchado para evitar que estas articulaciones sufran mientras se está agachado escarbando.
- Guantes para evitar heridas y tierra en las manos.

4.7.2. ELECCIÓN DEL PERRO TRUFERO

A día de hoy, no existe consenso a la hora de establecer cuál es la mejor raza de perro para trufa. Existen múltiples razas aptas, y todas tienen sus peculiaridades. Aun así, muchos truficultores recomiendan razas de perros de trabajo, que sean obedientes y entrenables. Algunas de las más utilizadas por expertos truferos son: lagotto romagnolo, labrador, braco, diversas razas de perros pastores (border collie, pastor vasco, etc.) y dachshund.

Lo más aconsejable y fiable para cualquier persona que se quiera iniciar en el mundo de la truficultura es adquirir un perro entrenado por un profesional y seguir sus recomendaciones de adiestramiento. Una vez se tenga a un perro adiestrado, el propio dueño irá aprendiendo del perro y viceversa, de manera que poco a poco la recogida de trufas sea una dinámica habitual en temporada de cosecha para el perro. En el caso de plantaciones grandes, es necesario disponer de más de un perro para cubrir toda la superficie a recolectar.

4.7.3. FORMA DE RECOLECCIÓN

El modo de recolección es una cuestión muy ligada a la relación dueño-perro. Lo más común es que el perro vaya oliendo el suelo, y cuando identifique la presencia de la trufa escarbe un poco señalando al dueño la presencia de ésta. Entonces, el dueño con el cuchillo trufero irá retirando la tierra hasta desenterrarla. En ese momento, se suele recompensar al perro del modo al que se le tiene acostumbrado y se tapa el agujero, pudiendo incluso añadir sustrato para truficultura, si es posible.

Cuando la plantación es grande, lo frecuente es que el perro la registre por zonas. De esta manera, se evita que ciertas trufas maduras en un momento

determinado de la campaña se dejen de recolectar por las querencias del perro hacia determinados rincones de la parcela.

No siempre las trufas se encuentran cerca de la superficie por lo cual alguna vez habrá que escarbar hasta llegar a ella. Imprescindible será siempre tapar el hoyo que se ha hecho, con el fin de conservar las condiciones del suelo.



Imagen 11. Recogida de trufas en el cerrato palentino.

5 COMERCIALIZACIÓN

5.1. EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DE LA TRUFA

En general, los precios de la trufa los podemos dividir en los siguientes:

- Precio que se paga al productor.
- Precio que se paga en los mercados/lonjas semanales españolas.
- Precio que se paga en los mercados franceses.
- Precio de compra para el consumidor (ferias, tiendas, etc.).

Los precios de la trufa son muy cambiantes de año en año, e incluso dentro del mismo año, pues el precio se fija de forma semanal. De esta manera y, de forma general, el precio de la trufa es muy alto hasta Navidad y suele bajar en enero y febrero para finalizar la producción en marzo. Los precios se fijan en función de la demanda global, por lo que el precio al que se le paga al productor en España (primer productor mundial) depende de las producciones en Francia (segundo productor mundial y primero en comercialización). Si hay poca trufa en Francia, los precios en España suben.

El caso particular de 2017-2018 ha sido muy singular. En Francia las producciones fueron muy reducidas, en cambio en España se mantuvieron, por lo que al productor se le pagó hasta a 900 €/kg en varias semanas. Este precio no es habitual y los precios medios que se pagan los podemos fijar de la siguiente manera:

- Al productor: 350-450 €/kg.
- En los mercados/lonja semanales españolas: 400-500 €/kg.
- En los mercados franceses: 450-550 €/kg.
- Precio de compra para el consumidor: 600-800 €/kg.

Aunque en la temporada 2017-2018 el precio haya subido enormemente de una forma anormal, a continuación, mostramos una gráfica de la evolución de los precios en España en la que se ve una clara tendencia al crecimiento.

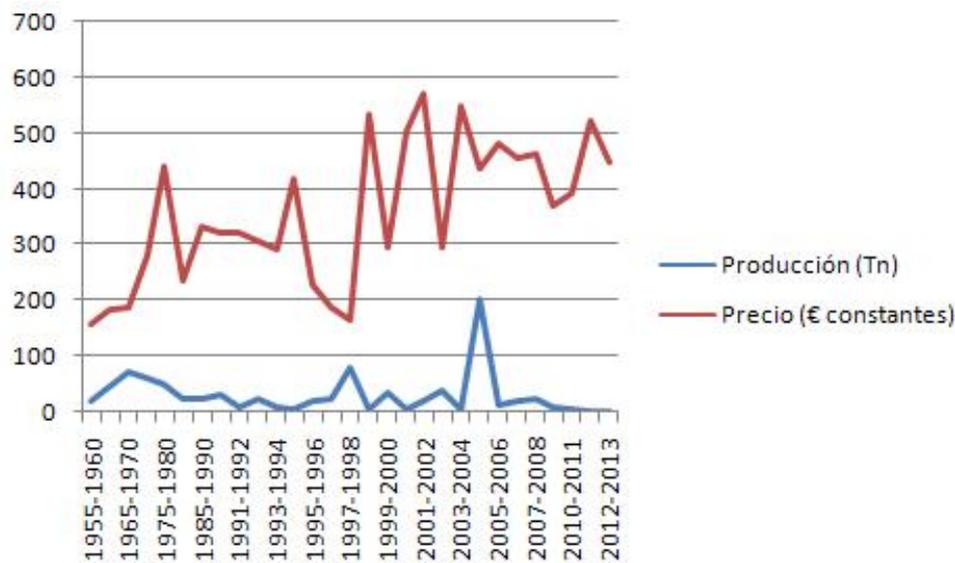


Imagen 12. Tendencia del precio de la trufa (1955-2013). Fuente: <http://selvitecum.com> procedentes del Anuario Estadístico Forestal (Ministerio para la Transición Ecológica).

5.2. VENTA AL POR MAYOR O POR MENOR

Un productor puede y debe hacerse la pregunta de cuál es el mercado de la trufa que más le interesa, cual es mejor y en cual tendrá más ingresos. Como en cualquier sector, si queremos vender mucha mercancía de una sola vez (al por mayor), el precio será algo más reducido que si la venta se realiza en pequeñas cantidades (al por menor). En función de la producción semanal con la que contemos podremos acceder a clientes de un tipo u de otro.

5.3. MERCADOS DE TRUFA

¿Dónde puede vender las trufas un pequeño productor? Es una pregunta muy habitual cuando alguien se inicia en este sector. La realidad es que en general es fácil vender la producción y casi en el 100% de los casos se consigue comercializar el total de la producción. La dificultad no está en vender las trufas en las que la demanda es mucho mayor que la oferta, sino en conseguir el mejor precio. Las formas de vender las trufas son las siguientes:

- Contactar con uno de los comerciales de las grandes empresas compradoras, muchas de ellas francesas. Estos comerciales viajan a tu plantación, pesan tu producción y te ofrecen el precio de mercado de esa semana. Este método es fácil para el productor.

- Con un mayor esfuerzo económico, cada productor puede hacer su labor comercial y llevar sus trufas al cliente final, ya sea una empresa, un restaurante o una persona. El precio de venta en este caso suele ser mejor que en el primer caso.

- Semanalmente se organizan lonjas o mercados tanto en España (Vic, Sarrión, Molina de Aragón) como en Francia (Carpentras, Richerenches, Lalbenque), donde cada productor puede ir libremente e intentar vender su producto.

6 LA RENTABILIDAD DE LA TRUFA

Apostar por llevar a cabo una plantación trufera supondrá realizar una gran inversión inicial, que con el tiempo se recupere y se pueda sacar una buena rentabilidad futura.

Por ello, una vez que se decide instalar una plantación trufera y se conocen sus necesidades técnicas, es importante ser consciente de cuáles serán las necesidades económicas de esta inversión, y por lo tanto, saber la rentabilidad y viabilidad económica de este nuevo negocio.

Normalmente, la vida útil productiva de una trufera se puede tomar en torno a los 40 años, empezando a conseguir ingresos a partir de los 8-10 años de plantación, ingresos que se irán incrementando con el paso de los años llegando a su máxima producción en torno a los 15-20 años.

Para tener unos datos de referencia y sabiendo que se tendrá que estudiar en profundidad cada caso concreto de forma individual, se plantean dos casos diferenciados:

- **CASO 1.** El propietario del terreno ejecuta las labores de plantación y de mantenimiento necesarias.
- **CASO 2.** El propietario del terreno no realiza las labores y las contrata externamente.

También se considera ver la diferencia entre una plantación convencional frente a una plantación considerando mejoras tecnológicas (la incorporación de sustrato especial con esporas de trufa y bacterias para garantizar una mayor producción y más temprana).

6.1. CONSIDERACIONES DE PARTIDA

Las condiciones de partida que se utilizan en este caso son:

CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN TIPO

Superficie: 4 ha.

Forma de parcela: Regular de 840 metros de perímetro.

Pedregosidad: Media.

Pendiente: Suave.

Disponibilidad de agua: Con sondeo de 100 m de profundidad.

Marco de plantación: 6 X 6 m.

Propiedad del terreno: perteneciente a la entidad inversora.

Sin contar con ayuda o subvención

Vida útil de la inversión: 40 años.

Los gastos e ingresos que se indican son precios orientativos, que serán muy variables en cada caso. Son valores bastante conservadores y están sacados de producciones medias y valores de mercado para los productores de los últimos 20 años.

6.2. GASTOS DE LA INVERSIÓN

La inversión se divide en tres fases diferenciadas:

- Fase I: Toma de decisiones y planificación.
- Fase II: Ejecución de la plantación.
- Fase III: Mantenimiento y explotación de la plantación trufera.

De acuerdo con las necesidades de este caso concreto los gastos que se consideran durante cada una de esas fases son:

FASE I. TOMA DE DECISIONES Y PLANIFICACIÓN

Tabla 1. Resumen de la valoración económica de la Fase I de Inversión.

Nº	Concepto	Unidad	Medición	Precio unitario	Presupuesto
I.1	Estudio potencialidad	Ud	1	450	450
I.2	Estudio hidrogeológico	Ud	1	800	800
I.3	Proyecto de viabilidad	Ud	1	1200	1200
				TOTAL	2.450,00 €

FASE II. EJECUCIÓN DE LA PLANTACIÓN

Tabla 2. Resumen de la valoración económica de la Fase II de Inversión de una TRUFERA CONVENCIONAL.

COSTES DE IMPLANTACIÓN TRUFERA CONVENCIONAL				CASO 2		CASO 1	
Nº	Concepto	Ud	Med.	Precio unitario	Presupuesto	Precio unitario	Presupuesto
II.1	Preparación de terreno	ha	4	450	1800,00	0	0,00
II.2	Planta micorrizada	Ud	1112	6	6672,00	6	6672,00
II.3	Protectores	Ud	1112	2	2224,00	1	1112,00
II.4	Ejecución de la plantación	ha	4	350	1400,00	0	0,00
II.5	Vallado perimetral	m	840	10	8400,00	10	8400,00
II.6	Captación de aguas a través de sondeo	m	100	105	10500,00	105	10500,00
II.7	Sistema de riego	ha	4	6000	24000,00	6000	24000,00
II.8	Caseta de riego y aperos	Ud	1	4000	4000,00	4000	4000,00
				TOTAL	58.996,00 €	TOTAL	54.684,00 €

Tabla 3. Resumen de la valoración económica de la Fase II de Inversión de una TRUFERA MEJORADA

COSTES DE IMPLANTACIÓN TRUFERA MEJORADA				CASO 2		CASO 1	
Nº	Concepto	Unidad	Medición	Precio unitario	Presupuesto	Precio unitario	Presupuesto
II.1	Preparación de terreno	ha	4	450	1800	0	0
II.2	Planta micorrizada	Ud	1112	7	7784	7	7784
II.3	Protectores	Ud	1112	2	2224	1	1112
II.4	Ejecución de la plantación	ha	4	650	2600	278	1112
II.5	Vallado perimetral	m	840	10	8400	10	8400
II.6	Captación de aguas a través de sondeo	m	100	105	10500	105	10500
II.7	Sistema de riego	ha	4	6000	24000	6000	24000
II.8	Caseta de riego y aperos	Ud	1	4000	4000	4000	4000
				TOTAL	61.308 €	TOTAL	56.908 €

FASE III. MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN DE LA PLANTACIÓN

Tabla 4. Resumen de la valoración económica de la Fase III.

COSTES DE MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN				CASO 2		CASO 1	
Nº	Concepto	Unidad	Medición	Precio unitario	Presupuesto	Precio unitario	Presupuesto
III.1	Gradeo	ha	4	150	600,00	0	0,00
III.1	Escarda manual	Ud	1112	0,45	500,40	0	0,00
III.2	Podas	ha	1112	0,65	722,80	0	0,00
III.3	Riego con cisterna	Ud	1112	0,6	667,20	0	0,00
III.3	Riego por micro aspersión	ha	4	300	1200,00	300	1200,00
III.4	Coste del perro trufero	ha	4	1200	4800,00	1200	4800,00
III.5	Realización de pozos truferos	ha	4	2230	8920,00	1112	4448,00
III.6	Reposición de marras	ha	4	105	420,00	84	336,00
III.6	Gastos de gestión	ha	4	100	400,00	100	400,00

6.3. INGRESOS DE LA INVERSIÓN

Al igual que en los gastos, se hacen estimaciones de los posibles ingresos que se pueden obtener a partir de la trufera tipo estudiada. Para este caso concreto, se estiman las siguientes producciones:

TRUFERA CONVENCIONAL

Producción media 25 kg/ha/año.

Producción progresiva a partir de 8º año.

Plena producción hacia el 16º año (25 Kg/ha).

40 años de vida útil.

Precio medio de la trufa al productor de 300€/Kg (dato de precaución, por debajo de lo que se suele pagar).

TRUFERA MEJORADA

Precio medio de la trufa al productor de 328€/Kg (dato de precaución, por debajo de lo que se suele pagar).

Producciones a partir del 5º año.

Producciones medias que llegan a alcanzar los 50 Kg/ha.

6.4. VALORACIÓN ECONÓMICA

Sabiendo los gastos que conllevará la trufera a lo largo de su vida útil, y los ingresos que puede ocasionar con las producciones estimadas, se obtiene la siguiente valoración económica de la plantación para los casos estudiados:

Tabla 6. Valoración económica para una trufera convencional y mejorada (CASO1: El propietario ejecuta labores de plantación y mantenimiento. CASO2. Acciones contratadas externamente)

VALORACIÓN ECONÓMICA (VAN)				TRUFERA CONVENCIONAL		TRUFERA MEJORADA	
				CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
RENTABILIDAD				243.431 €	213.251	663.926	610981
RENTABILIDAD ANUAL POR HA				1.521 €	1.333 €	4.150 €	3.819 €
TIR (%)				6,76	4,33	13,73	11,19
AÑO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	16	17	13	14			



Imagen 13. Golosa, hembra de cerdo ibérico entrenada para coger trufas en Palencia.



7 PREGUNTAS FRECUENTES

¿Cómo puedo saber si mi terreno sirve para hacer una plantación trufera?

Cada terreno requiere un estudio pormenorizado antes de realizar la plantación trufera. No obstante, a grandes rasgos podría decirse que los terrenos calizos y con suelo sin un excesivo contenido en arcilla o arena son adecuados.

Mi terreno tiene un pH bajo (menos de 7,5), ¿es posible cultivar trufas en él?

Excepcionalmente se han hallado trufas negras en terrenos con pH por debajo de 7,5. Sin embargo, de cara a realizar una plantación en un terreno de pH bajo, es necesario subirlo mediante enmiendas calizas para situarlo en un rango entre 7,5 y 8,5. Además, el resto de parámetros de análisis de suelo deben ser adecuados.

Mi terreno está clasificado como arcilloso, ¿es posible cultivar trufas en él?

En principio se desaconseja la realización de plantaciones trufas en terrenos arcillosos por su tendencia a la compactación. La trufa negra necesita una buena aireación del terreno, y en los suelos arcillosos el micelio de la trufa puede ahogarse.

En mi parcela hay muchas piedras, ¿es conveniente retirarlas?

La abundancia de piedra caliza se ha considerado como una característica positiva de los terrenos candidatos a albergar plantaciones trufas, pues cumplen la doble función de liberar carbonato al suelo y evitar una pérdida excesiva de humedad. Como inconveniente, una abundancia excesiva de piedras dificulta las labores culturales, así como la recolección de las trufas y hace que éstas tengan menos valor al ser de formas más irregulares.

¿Puedo hacer una plantación trufera en un terreno en ladera?

El único inconveniente de los terrenos en pendiente es la dificultad añadida para el laboreo y manejo de la parcela.

¿Necesito permisos para hacer una plantación trufera?

No, las plantaciones de especies leñosas pueden hacerse libremente. No obstante, ciertos elementos de una plantación como el vallado y el sistema de riego sí pueden necesitar permisos administrativos.

¿Si hago una plantación, pierdo los derechos a la PAC?

Sí, ya que se hace un cambio de cultivo y se modifica el suelo de uso agrícola a uso forestal.



¿Hay subvenciones para las plantaciones truferas?

A nivel de Comunidad Autónoma, existen ayudas para la forestación de tierras agrarias en las que se contempla la posibilidad de realizar plantaciones micorrizadas. Además, algunas CC.AA. como Castilla y León, han publicado ayudas específicas para plantaciones truferas micorrizadas. A nivel provincial, pueden existir ayudas publicadas por las Diputaciones.

Tengo una parcela sin cultivar desde hace años y han crecido encinas, robles y arbustos. ¿Necesito permisos para roturarla?

Como norma general, si el regenerado arbóreo en un terreno clasificado como agrícola es poco evidente, no son necesarios permisos para roturar. En el caso de que los árboles sean de cierta entidad, puede roturarse si el terreno había sido abandonado antes de 15 años atrás. En caso contrario, habría que solicitar permiso para la roturación a la autoridad competente.

Tengo una parcela de monte, ¿puedo dedicarla para cultivar trufas?

Se desaconseja fuertemente la realización de plantaciones truferas en parcelas de monte sin roturar. El suelo de los montes alberga una gran cantidad de hongos de especies muy diversas que desplazan al hongo de la trufa negra de las raíces de las encinas micorrizadas.

¿Se pueden micorrizar encinas adultas en un monte?

Las encinas en el monte ya albergan en sus raíces una gran cantidad de hongos micorrícicos. Salvo en condiciones excepcionalmente favorables para la trufa negra, es muy difícil que ésta pueda desplazarlos. No obstante, podría conseguirse mediante la técnica de pozos truferos en zonas propicias.

¿Dónde puedo comprar plantas de encina o roble micorrizados?

Las plantas micorrizadas las producen viveros especializados y no se encuentran en viveros de jardinería. Existen numerosos viveros en España, sin embargo, la calidad de la planta que producen es muy variable. Dada la importancia de usar planta de calidad para asegurar la producción de trufas, siempre es necesario exigir certificados de calidad de laboratorios independientes a los viveros. Además, también es importante asegurarnos de que la bellota con la que se hizo la planta procede de una fuente semillera de condiciones climáticas similares a nuestra parcela.



¿Son mejores las plantas de uno o de dos años?

En general, la planta de dos años tiene unos mayores porcentajes de micorrización y podría considerarse de más calidad. Sin embargo, no existen estudios a largo plazo que permitan afirmar que la producción se adelanta o es mayor al utilizar encinas de dos años en el momento de la plantación.

¿Son necesarios los protectores?

Sí, los protectores ofrecen sombra y mejoran el potencial hídrico, facilitando la adaptación de las encinas y reduciendo el número de marras (muertes). Además, los protectores hacen que los árboles crezcan más rectos.

¿Cómo puedo saber si una planta micorrizada es de calidad?

Una planta micorrizada de calidad tiene un alto porcentaje de ápices radicales micorrizados con el hongo de la trufa negra, y carece de contaminaciones reseñables con otros hongos, particularmente otros hongos productores de trufas. Además, una planta de calidad tiene un aspecto robusto y equilibrado. A simple vista, podemos evaluar el vigor de una planta, pero para conocer su calidad a fondo, son necesarios análisis ópticos e incluso genéticos. Diversas empresas ofrecen servicios de certificación de planta micorrizada, un paso imprescindible antes de ejecutar una plantación.

¿Puedo sembrar yo mismo las bellotas e inocularlas con esporas en el terreno?

En un terreno agrícola adecuado y con muy escaso nivel de inóculo contaminante, las encinas sembradas de esta manera pueden llegar a producir trufas. De hecho, al padre de la truficultura moderna, el francés Joseph Talon se le atribuye el dicho: "si queréis trufas, sembrad bellotas", dando a entender que el mero hecho de plantar trufas en terrenos adecuados conduce a la producción de trufas. Sin embargo, las garantías que ofrece la planta micorrizada de calidad, compensan sobradamente su precio, de forma que cuando se busca un rendimiento económico no se plantea otra opción más que el uso de planta micorrizada.

¿Cuál es el mejor momento para hacer una plantación?

Las encinas o robles micorrizados pueden plantarse entre noviembre y mayo. En zonas de heladas muy fuertes puede ser recomendable una plantación tardía para evitar daños en las plantas. La plantación en otoño tiene la ventaja de que las plantas tienen más tiempo para adaptarse al terreno antes de la llegada de los calores del verano.



¿A qué marco de plantación se ponen las plantas?

Tradicionalmente se ha considerado un marco amplio de 6 x 6 o incluso 7 x 7 metros. La razón para usar estos marcos era evitar el excesivo sombreado del suelo en etapas maduras de la plantación. En la actualidad se considera que unos marcos de plantación más densos (5x5, 5x4 o incluso menos) favorecen una temprana entrada en producción de la plantación, al producirse antes el contacto entre los sistemas radicales, y micelios, de las diferentes plantas. En estos casos, la poda de formación temprana de los árboles cobra más relevancia.

¿Se puede utilizar herbicida para controlar las malas hierbas en una plantación trufera?

Sí, en particular el uso de glifosato ha dado buenos resultados en el control de malas hierbas de plantaciones truferas, reduciendo el número de marras y aumentando de forma indirecta la micorrización de los árboles.

¿Es imprescindible el vallado?

Salvo en zonas con muy escasa presencia de animales silvestres, podría decirse que el vallado es imprescindible desde el momento mismo de la plantación. Los protectores evitan los daños por conejos o roedores en las plantas en los primeros años, pero no así los producidos por jabalíes. Además, en la fase productiva los jabalíes pueden producir importantes destrozos y mermas de cosecha. Además el vallado evita posibles hurtos de la trufa.

¿Es imprescindible un sistema de riego?

En ausencia de un sistema de riego, la producción de trufas está a merced de la climatología. Si estamos en una zona particularmente benigna, con abundancia de tormentas veraniegas, tendremos cosecha de trufas la mayoría de los años. Sin embargo, la instalación de riego en una parcela siempre es económicamente viable y se vuelve imprescindible en aquellas zonas donde las tormentas de verano escasean o son particularmente irregulares.

¿Son frecuentes los robos de trufas?

Las trufas tienen un alto valor en el mercado y siempre va a haber alguien dispuesto a apropiarse de lo ajeno. Sin embargo, el robo de trufas en la actualidad no es preocupante pues éstas maduran de forma gradual a lo largo de la temporada, y en caso de robo sólo se perdería una pequeña parte de la cosecha. En cualquier caso, son recomendables medidas disuasorias como la colocación de cámaras de infrarrojos.



¿Cómo puedo saber si mi plantación está contaminada por otros hongos que no son la trufa negra?

La contaminación de las plantaciones truferas por hongos diferentes al de la trufa negra es uno de los principales factores que afectan a la rentabilidad de una explotación. Para conocer el grado de contaminación y las especies causantes deben tomarse muestras de raíces de los árboles y observarlas bajo la lupa binocular y el microscopio por técnicos especializados en micorrizas. También es posible realizar un análisis genético de las micorrizas o un análisis de microbioma del suelo.

¿De dónde procede la contaminación de las plantaciones? ¿Cómo puede evitarse?

La contaminación puede tener tres fuentes: el suelo de la parcela antes de la plantación, la planta micorrizada o los terrenos aledaños. *En el primer caso*, puede evitarse mediante el cultivo de la parcela con cereal o leguminosa uno o dos años antes de realizar la plantación. *En el segundo caso*, con contaminación procedente de la planta comprada a un vivero, se han dado casos extremadamente graves de contaminación con *Tuber brumale*. Para evitarlo, es imprescindible realizar un análisis previo de la planta que vayamos a comprar. *En el tercer caso*, se debe evitar la entrada de raíces de otros árboles desde parcelas colindantes. Para ello pueden utilizarse zanjas perimetrales.

¿Cuándo empieza a producir una plantación trufera?

Depende de cómo de intensivo sea el manejo y la densidad de la plantación, pero podríamos decir que en torno a los 3-5 años en plantaciones de manejo intensivo y en torno a los 8-12 años en plantaciones de bajo manejo.

¿Van a bajar los precios de la trufa si aumenta la superficie destinada a su cultivo?

Cuando se formula esta pregunta se hace alusión a la ley de la oferta y la demanda, pero pensando solo en la oferta. La situación actual y los pronósticos a largo plazo indican una gran superioridad de la oferta sobre la demanda al tratarse de un producto de lujo, por lo que no se esperan bajadas importantes del precio de la trufa.

¿Puedo recoger las trufas sin perro?

En algunos manuales de truficultura se señalan métodos como la observación de moscas indicadoras de trufas, pero este es un método poco fiable y lento, por lo que no resulta interesante en una explotación con fines comerciales. Por otra parte, la recolección con cerdos entrenados podría ser viable, pero sólo en el



caso de animales bien entrenados y de pequeño tamaño para evitar la compactación del terreno.

¿Hay alguna raza de perro que sea mejor para coger trufas? ¿Son mejores los machos o las hembras?

En principio cualquier perro de raza o mestizo puede ser entrenado para buscar trufas, aunque en Italia existe una raza específica para la búsqueda de trufas el Lagotto Romagnolo. En cuanto al sexo del animal, se considera que las hembras son mejores buscadoras de trufas al ser más dóciles y con mejor olfato.

¿Cómo puedo educar a un perro para que encuentre trufas?

La clave del entrenamiento de un perro trufero es la asociación entre el olor de la trufa y una recompensa. Esto puede conseguirse inicialmente mediante el juego, impregnando de aroma de trufa diversos juguetes y luego escondiéndolos de forma que se le da una recompensa cuando lo encuentra.

¿Puedo subcontratar la recolección de trufas y gestión de trufas?

Sí, existen profesionales que ofrecen sus servicios como recolectores de trufa. Los honorarios pueden ser por hora o bien por un porcentaje de lo recolectado.

Del mismo modo, hay en el mercado diferentes consultorías que hacen un servicio integral, asesorando en todas las fases de implantación de la plantación, así como su ejecución.

8 BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Cultivar Trufas, una realidad en Expansión. Marcos Morcillo, Mónica Sánchez, Xavier Vilanova. 2015. ISBN 9788461736546.

Trufas: historia, ciencia, cultivo y recolección. Ian R. Hall, Gordon T. Brown, Alessandra Zambonelli. 2009. ISBN 9788479027766.

Truficultura: Fundamentos y técnicas. Santiago Reyna Domenech. 2012. ISBN 8484765172.

Trufas. Guía y recetas. José de Uña, Emilio Ubieto, Sergio Azagra. 2008. ISBN 8424174259.

Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León. Martínez-Peña, F., Oria de Rueda, J. A., & Ágreda, T. (2011). Serie Técnica de la Junta de Castilla y León, 453.