TRUFA Y TRUFICULTURA

Marcos Morcillo y Mónica Sánchez
MICOLOGIA FORESTAL & APLICADA



LA TRUFA COMO HONGO

La trufa es el fruto de un hongo micorrícico. Vive asociado a las raíces de ciertos árboles o arbustos como los avellanos, las encinas, los robles, las jaras o los pinos entre otros. El fruto o seta se forma en el interior del suelo y según las especies acostumbra a ser muy oloroso con el fin de que ciertos animales, jabalíes o cerdos salvajes las descubran y, al comérselas, dispersen las esporas. El aroma también es muy apreciado por los humanos y reconocido por los perros, los cuales pueden ser educados para recolectarlas.

Desde un punto de vista biológico, las trufas se incluyen en le género *Tuber*, el cual pertenece a los ascomicetos. Entre las diversas especies del género, unas 40, destacan cuatro por su aspecto comercial. *Tuber melanosporum,* la trufa negra o del Perigord; *Tuber brumale,* o trufa magenca; *Tuber aestivum* o trufa de verano y *Tuber magnatum,* o trufa blanca italiana o del Piamonte, la más valorada, aunque su cultivo todavía es muy azaroso.



Trufa negra *(Tuber melanosporum Vitt.)*



Trufa de invierno o magenca *(Tuber brumale)*



Trufa de verano *(Tuber aestivum)*



Trufa de Borgoña *(Tuber uncinatum)*

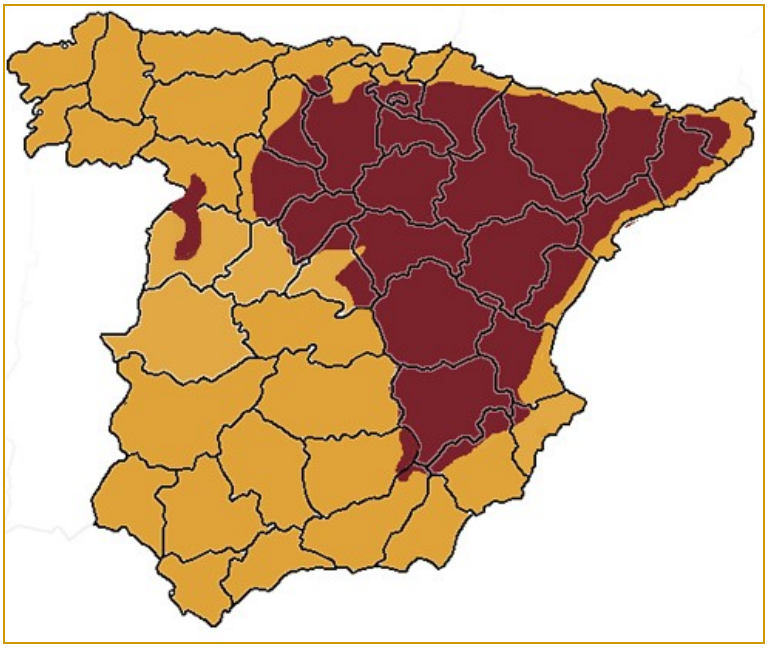
FORESTAL MICOLOGIA & APLICADA

CARACTERIZACIÓN DE LAS TRUFERAS

Características geográficas, geológicas y topográficas

La trufa negra se desarrolla sobre suelo calizo, en carrascales, quejigares y coscojares de la región Mediterránea de España. Éstas son mayoritarias en la mitad oriental de la Península y se encuentran sobre rocas de edad geológica encuadradas en los periodos Primario, Secundario-Mesozoico (Triásico, Jurásico, Cretácico), Terciario y aluviales del Cuaternario o recientes, con un predominio de calizas duras del Jurásico Superior.

La trufa aparece de forma natural a altitudes entre los 100 y los 1500 m.s.n.m. y en exposiciones soleadas. Es conveniente elegir zonas con una ligera pendiente para evitar el encharcamiento de los terrenos llanos y los fondos de valle (a no ser que presenten un subsuelo con buen drenaje), así como la erosión de los terrenos muy inclinados, donde además será más compleja la mecanización y se favorece la desecación del suelo.



Área de distribución natural de la trufa negra en España. Cabe destacar que en la zona de Salamanca y Zamora la presencia de trufa negra es casi anecdótica, siendo una zona donde se recolecta en mayor medida la trufa de verano.

Características de un suelo trufero

Si comparamos numerosos análisis de suelos de distintas truferas, vemos como la mayoría de los parámetros comúnmente analizados para truficultura (arenas, limos, arcillas, Carbonatos, Calcio, Hierro, Potasio, Magnesio, etc), presentan una variabilidad enorme. Los análisis tradicionales en truficultura nos darán algunas indicaciones útiles sobre su potencialidad para producir trufas, pero es la estructura del suelo y su actividad biológica los parámetros que cada vez van tomando más protagonismo.

Así para determinar el potencial trufero de un suelo deberíamos observar su perfil, confirmar la presencia de carbonatos y analizar su pH y que éste se encuentre entre 7.5 y 8.5.

El suelo debe ser filtrante, permeable y aireado.

Para saber si el treno tiene carbonatos podemos efectuar un ensayo de campo, goteando agua fuerte o salfumán en el suelo y comprobar que se produce efervescencia.

El perfil del suelo

En una primera observación, la sucesión de las capas, los horizontes, debe ser continua y con dificultad para marcar los límites entre uno y otro. Discontinuidades marcadas entre los horizontes son desfavorables.

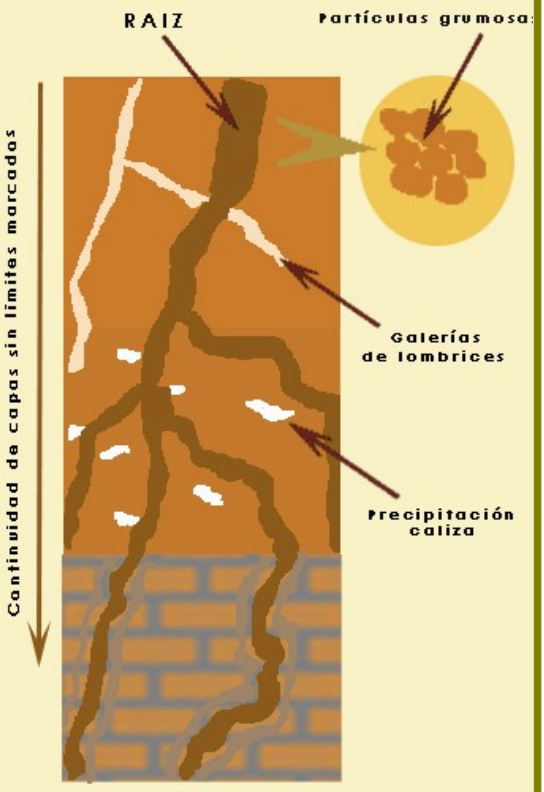


A simple vista debemos reconocer estructuras grumosas y partículas esféricas, y descartar aquellas estructuras prismáticas que son signo de lixiviación. Las estructuras laminares nos indican compactación y sensibilidad a encharcamiento. Un suelo mal estructurado se agrieta y endurece en tiempo seco.

Cuanto más se encharque un suelo, mayor número de manchas de color gris-verdoso veremos en el perfil.

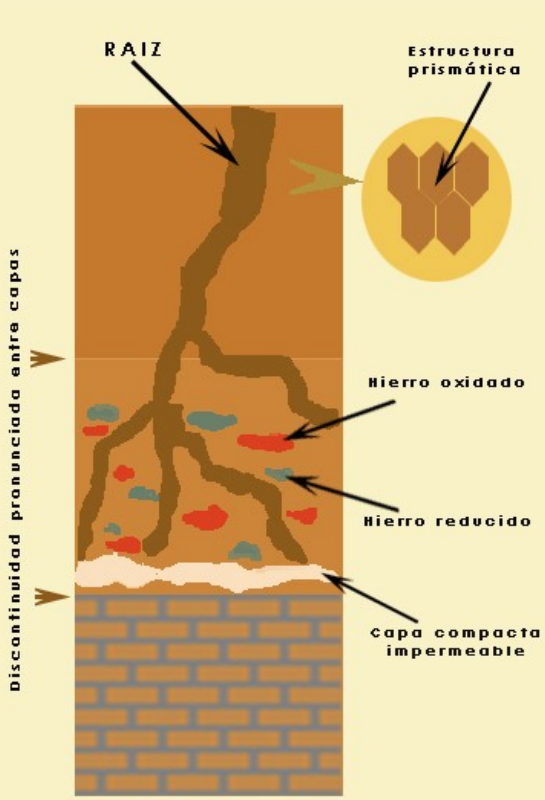
SUELO FAVORABLE

HORIZONTE	CARACTERÍSTICAS
A **SUPERFICIAL**	♦ Color claro ♦ M.O. ligada>M.O. libre ♦ Reacción al clorhídrico retardada Indica que la caliza activa está incorporada en los agregados organominerales debido a la actividad biológica ♦ Profundidad de la capa de más de 20 cm ♦ Estructura grumosa
B **ESTRUCTURAL**	♦ Más de 30 cm de profundidad ♦ Continuidad entre capas ♦ Pedregosidad ♦ Zonas blancas puntuales de precipitaciones de carbonato de cal con encrostamientos difusos que no limiten el drenaje ♦ Zonas rojas de decarbonatación ♦ Síntomas de actividad biológica (hormigas, lombrices,…)
C **ROCA MADRE**	♦ Roca madre fracturada y porosa A golpe de pico se fractura en fragmentos de pequeño tamaño ♦ Precipitaciones de caliza en la cara inferior de las piedras. ♦ Reacción positiva al salfumán



SUELO DESFAVORABLE

HORIZONTE	CARACTERÍSTICAS
A **SUPERFICIAL**	♦ Color oscuro ♦ Contenido en materia orgánica elevado ♦ Reacción al clorhídrico inmediata e importante Indica suelo muy alcalino, al igual que pecipitaciones de oxalato de calcio alrededor de las raices ♦ Estructura prismática, masiva o laminar
B **ESTRUCTURAL**	♦ Presencia de discontinuidades por capa arcillosa o por crosta de precipitación calcárea, compacta e impermeable, con acumulación de raíces en la cara superior ♦ Colores azulados indican medio reductor con mala aireación ♦ Manchas rojizas de hierro oxidado: síntoma de encharcamiento ♦ Manchas gris verdosas de hierro reducido:síntoma de encharcamiento frecuente
C **ROCA MADRE**	♦ Capa arcillosa continua en profundidad ♦ Roca madre compacta a poca profundidad



Características climáticas



La trufa negra y la trufa de verano son hongos adaptados a condiciones secas y calurosas, con alternancia de estaciones marcadas, de clima mediterráneo templado húmedo o frío subhúmedo. Son favorables las primaveras cálidas y húmedas, los veranos marcados por períodos secos con tormentas estivales, sin heladas a primeros de otoño y con inviernos carentes de largos períodos de frío con mínimas por debajo de –10ºC varios días seguidos.

La pluviometría en truferas naturales está entre 425-900 mm. (entre 600-1500 mm. para Italia y Francia), las lluvias suelen ser abundantes (48-64 mm. mensuales) desde junio hasta finales de agosto, aunque irregulares.

Precedentes culturales



Qué había en la parcela donde queremos realizar la plantación trufera nos determinará los niveles potenciales de otros hongos contaminantes en el suelo, así como el tipo y cantidad de materia orgánica.

Los mejores precedentes culturales serán los cereales, leguminosas y forrajeras, así como la mayoría de frutales, pues éstos no llevan hongos formadores de ectomicorrizas asociados a sus raíces.

ELECCIÓN DE LA PLANTA HUÉSPED



La trufa negra puede establecer simbiosis con gran variedad de plantas (ver tabla anexa). No obstante, son pocas las especies arbóreas que se utilizan para su cultivo en nuestro país. Actualmente un 90% de las plantaciones micorrizadas están hechas con encina (*Quercus ilex* ssp. *ballota*), y de forma secundaria con roble (*Quercus pubescens*), quejigo (*Quercus faginea*) y avellano (*Corylus avellana*).

Especies utilizadas en cultivo	Especies secundarias para su cultivo y/o a las que se ha encontrado asociada de forma natural
• **Encina** (*Quercus ilex ssp. ilex, Q. ilex ssp. ballota*) • **Roble** (*Quercus pubescens Q. cerriodes, Q. petrae, Q. robur*) • **Quejigo** (*Q. faginea*) • **Coscoja** (*Q. coccifera)* • **Avellano** (*Corylus avellana*)	• **Pino negral** (*Pinus nigra*) • **Pino albar** (*Pinus sylvestris*) • **Avellano turco** (Corylus colurna) • **Abedul** (*betuna pendula*) • **Carpe** (*Carpinus*) • **Tilo** (*Tilia*) • **Alcornoque** (*Quercus suber*) • **Chopo y álamo** (*Populus*) • **Sauce** (*Salix*) • **Haya** (*Fagus*) • **Castaño** (*Castanea*) • **Cedro** (*Cedrus*) • **Jara** (*Cistus albidus, C. incanus, C. laurifolius, C. salvifolius*) y alguna otra *Cistacea* como *Fumana*

Principales plantas huésped de trufa negra

DENSIDAD Y MARCO DE PLANTACIÓN

Actualmente se recomiendan densidades entre 200-400 pies/ha para el cultivo de la trufa negra. La densidad será menor en condiciones de suelo profundo, rico y con reservas de agua, o bien, si desde un principio se decide trabajar el suelo, pues todo ello se traducirá en un mayor desarrollo de los árboles. Aumentar la densidad de plantación suele traducirse en aumentar el porcentaje de árboles productores y disminuir el tiempo de espera a la producción, pero hay que anticiparse al cierre del dosel arbóreo o la trufera dejará de producir antes. A nivel económico, densidades altas, rentabilizan la superficie dedicada al cultivo y las horas de algunos de los trabajos de mantenimiento (el tiempo dedicado a segar o pasar una grada es el mismo independientemente de la densidad, otros, como la poda, no...).



En truficultura tradicional las plantas se disponen con marcos regulares, habitualmente 6x6 m o 7x7 m o bien irregulares, juntando las plantas dentro de la fila y aumentando la distancia entre las filas, 6x8 m, 5x7 m o incluso 4x10 m. Esto favorece la colocación del sistema de riego y los posteriores laboreos solo entre las filas. En este último caso las filas suelen disponerse orientadas Norte-Sur, para asegurar una insolación mayor.

DISTANCIA (m)	PLANTAS/Ha
5x5	400
5x6	333
6x6	277
6x7	238
6x8	238

Densidad de plantas por hectárea en función del marco de plantación

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y PLANTACIÓN

Los trabajos de preparación del suelo se realizan preferentemente en verano y otoño antes de la plantación. Cualquier tipo de labor se realizará con la maquinaria menos pesada posible y sobre suelo seco con el fin de evitar su compactación.

Allí donde el terreno parece favorable, pero no existe buen drenaje o existe suela de labor, podemos realizar un subsolado o laboreo para romper la zona compacta, siempre evitando voltear y mezclar los horizontes. De la misma manera, los movimientos de tierras para unir varios bancales en uno suelen retardar la producción de trufas.

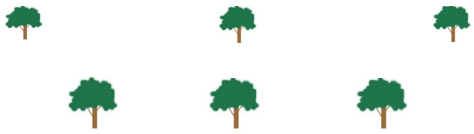
Posteriormente al subsolado, o directamente en aquellos suelos profundos con buen drenaje, un gradeo superficial será suficiente para dejar el suelo listo para la plantación.

Entre noviembre y marzo se realizan los hoyos y se marcan con piquetas para que en posteriores trabajos (siega, arados) no se dañen las pequeñas plantas que no se ven entre las hierbas.





Evolución de una plantación trufera y trabajos a realizar en las diferentes fases

FASES	ESTADO DE LA PLANTACIÓN	TRABAJOS A REALIZAR
INSTALACION **2-3 años**		• Objetivo: asegurar la supervivencia de la planta sin eliminar la micorriza. • Sobre suelo aireado, drenante, calizo y con actividad biológica. • No mezclar capas de suelo con labores profundas. Romper suela de labor si existe. • Acolchado natural. • No podar. • Riegos de apoyo en caso de sequía (10-20 l/planta). • Evitar competencia de hierbas alrededor.
PREFRUCTIFICACIO N **6-12 años**		• Objetivo: limitar el desarrollo excesivo del árbol • Elegir entre no trabajar el suelo o entre uno o dos pases de cultivador anuales. • No olvidar escardas manuales alrededor de las plantas. • Regar sólo en caso de sequía. • Empezar a podar regularmente.
FRUCTIFICACIÓN **10-35 años**		• Si no hemos trabajado el suelo segar y evitar competencia hierbas. • En los mejores árboles realizar trabajos manuales centrífugos del suelo. • Riego recomendable a partir de finales de Junio si hay sequía durante más de 20-25 días (dependiendo del suelo). • Coberturas con paja, ramas, piedras mantienen la humedad y favorecen la actividad biológica, dando resultados interesantes de producción. • Podas regulares para mantener insolación.
RENOVACIÓN **35-45 años**		• Objetivo: anticiparse al cierre del dosel arbóreo para evitar llegar a la renovación de truferas perdidas. • Podar primero los árboles no productores para crear claros y nuevas zonas de avance para las truferas existentes.

INOCULACIÓN EN ÁRBOL ADULTO

En una trufera existen otros hongos que cohabitan con la trufa. En todos los bosques las setas que aparecen cuando éste es joven no son las mismas que cuando el bosque envejece. Existe una sucesión temporal y parece lógico que nosotros podamos intervenir en ella en las condiciones adecuadas. La trufa, además, es un hongo que vive asociado a árboles de cierta edad y su inoculación en estos árboles puede acortar el tiempo de espera a la producción.
La puesta a punto de estas técnicas presenta una gran importancia para la regeneración y creación de nuevas truferas y para la reinoculación de plantaciones artificiales que han dejado de producir la trufa deseada.

No obstante y con el estado actual de estas técnicas, la conclusión es que es muy difícil micorrizar con trufa negra árboles de cierta edad que ya presentan sus raíces colonizadas por otros hongos. Según nuestros trabajos, algunas especies de plantas, como el avellano serían más susceptibles de micorrizarse en fases adultas que las encinas y los robles.

RECOLECCIÓN

Para la búsqueda de la trufa se utilizan habitualmente perros adiestrados a tal uso. De forma más anecdótica se utilizan cerdos o la búsqueda tradicional "a la mosca".

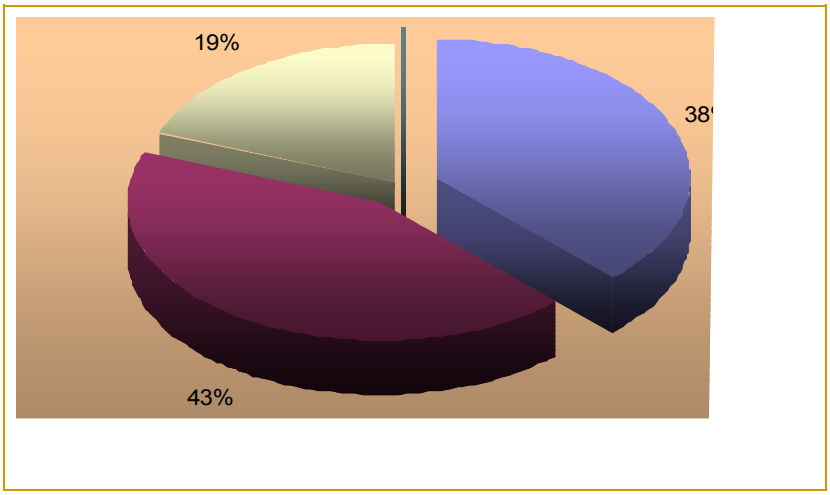


Como ya contempla la legislación nacional se considera importante no usar, en la extracción de trufas herramientas no aptas, que suponen el levantamiento indiscriminado del suelo, tales como hoces, rastrillos, escardillas, azadas y similares, en general, herramientas con ángulo. Por el mismo motivo no se debería de realizar el rastrillado manual o mecánico ni las cavadas.

La temporada de recolección está regulada en distintas comunidades autónomas y aunque es variable en función de cada año y de la latitud, para la trufa negra *(T. melanosporum*) y la de invierno (*T. brumale*) se inicia_a mediados de noviembre y finaliza a mediados de marzo, mientras que para la trufa de verano (*T. aestivum*) se inicia el 1 de mayo y finaliza el 31 de julio, quedando prohibida la comercialización de trufa fresca una semana después de la finalización de cada campaña. El objetivo es no recolectar trufas inmaduras y dejar otras que acabarán pudriéndose a final de temporada, sirviendo de fuente de inóculo natural.

CONSIDERACIONES DE ORDEN ECONÓMICO

Los territorios truferos de trufa negra y trufa de verano se encuentran sobre suelos calizos, generalmente de baja calidad. Se trata de zonas destinadas al cultivo asociado a rendimientos agrícolas bajos. Estas explotaciones rurales dependen de las ayudas para su mantenimiento. El cultivo de la trufa aporta independencia de las subvenciones, con ingresos que pueden triplicar a los cultivos tradicionales de estas zonas, e incluso, provocar un aumento en el valor de la tierra de cultivo de las regiones donde se desarrolla la truficultura.



Distribución de la producción de trufa negra de los tres principales países productores. Datos relativos a la media de producción entre los años 1990-2002.

En España se recolecta entre un 30-50% de la producción mundial de trufa negra y se estima hay unas 10.000 familias de truficultores y recolectores de trufas. Hoy en día quedan pocos truferos que se dediquen en exclusiva a la tarea de la recolección. La mayoría buscan trufas fuera de sus otros trabajos y/o en fines de semana, o bien intentan hacer coincidir las vacaciones con la temporada de recolección. Un trufero a tiempo completo recoge actualmente entre 3-5 kg semanales de trufa negra, muy lejos de los 8-12 kg diarios que recuerdan los viejos truferos.



El precio de la trufa negra en nuestro país, es muy variable en función de si se trata de una buena campaña (con trufa abundante) o no. La demanda de trufa se ajusta a los modelos tradicionales donde los aumentos de la producción suponen una disminución de los precios. La trufa se paga al recolector entre 200-850 €/kg. Habitualmente algo menos de la mitad para la trufa de invierno en una misma campaña. El precio de la trufa de verano al recolector está entre 35-80 €/kg.



En las Ferias de la Trufa se dan cita miles de personas, las visitas guiadas a plantaciones truferas pueden aportar un ingreso añadido asociado al micoturismo.

La trufa se comercializa básicamente a través de los mercados que existen en las localidades con tradición trufera, aunque cada vez más, son los corredores o intermediarios los que se desplazan hasta el domicilio del recolector, donde se realiza la compraventa. Dichos mercados truferos aun teniendo lugar en lugares públicos, principalmente bares, no están abiertos al público. De hecho uno puede estar en el bar en hora de mercado y ni enterarse de ello. Recolectores y compradores se reúnen, charlan, negocian un precio e intercambian el producto fuera del bar. La trufa ni se huele, a diferencia de los mercados franceses, abiertos, donde el comprador toca el producto, percibe su aroma y dice qué precio quiere pagar por él.





Mercado de trufa en Francia

	ESPAÑA	FRANCIA	ITALIA	TOTAL U.E.
Tuber melanosporum	5-80	15-80	10-80	30-240
Tuber aestivum	20-30	15-30	15-30	55-120
Tuber uninatum	5-10	2-5	2-5	9-20
Tuber magnatum			5-50	5-50
Tuber mesentericum	2-4		4-9	4-9

Estimación de la producción de trufas en los tres principales países productores, con datos de campañas recientes y con las cantidades mínima y máxima en Tm.

El volumen de facturación de estas trufas, entre los recolectores y truficultores está entre los 600.000 € y los 15 millones de € anuales, con valores muy superiores tras la comercialización y envasado.

La producción media, en el conjunto de la Unión Europea, debe oscilar alrededor de las 100Tn, pues no suele haber un buen año a la vez en los tres países productores. A principios del siglo XX, las 1000 Tn que se recolectaban entonces, eran absorbidas por el mercado sin dificultad. En el año 1966 se estimaba para Francia una demanda de 340Tn de trufas. Si tenemos en cuenta que hoy en día el nivel de vida es superior, con un aumento de la población, etc, dicha demanda debe ser muy superior. Es decir, existe una demanda creciente para una producción insuficiente de trufa negra.

RENTABILIDAD DE LA TRUFICULTURA

Establecer unas producciones medias en plantaciones artificiales es complejo. Existen referencias de que un solo quemado puede llegar a producir 10 kg de trufas y otras con producciones de 200 kg/ha/año en una plantación de robles micorrizados con trufa negra. Del mismo modo existen plantaciones que nunca llegan a producir por diversos motivos.

TIPO DE PLANTACION	10-20 años	20-30 años	Hasta 50 años
Alta productividad (kg/Ha/año)	30	60	90
Productividad media (kg/Ha/año)	15	30	45
Productividad baja (kg/Ha/año)	3	6	9

Producciones de referencia en función de la calidad de la plantación

Es necesaria una producción mínima de 8-10 kg/ha/año para amortizar las inversiones realizadas en la plantación. Algunos truficultores franceses comentan como a partir de los 50 años la producción empieza a disminuir. No obstante, observamos varios casos de truferas centenarias con quemados de más de 12m de diámetro y en plena producción.

La siguiente tabla muestra un estudio financiero para la plantación de una hectárea con trufa:

Año	Acción	Coste €/ha	Mantenimiento €/ha	Producción Kg/ha	Trufa €/ha	Flujo de caja	Acumulado
0	Plantación	-1800				-1800	-1800
1			-300			-300	-2100
2			-300			-300	-2400
3			-300			-300	-2700
4			-300			-300	-3000
5			-300			-300	-3300
6			-300			-300	-3600
7			-300			-300	-3900
8			-300			-300	-4200
9			-300			-300	-4500
10	Vallado	-1500	-300			-1800	-6300
	Riego	-1500					
11			-300	8	2400	2100	-4200
12			-300	10	3000	2700	-1500
13			-300	12	3600	3300	1800
14			-300	13	3900	3600	5400
15			-300	15	4500	4200	9600
16			-300	16	4800	4500	14100
17			-300	17	5100	4800	18900
18			-300	18	5400	5100	24000
19			-300	19	5700	5400	29400
20			-300	20	6000	5700	35100

Según otros estudios de rentabilidad económica los valores actuales netos en plantaciones de España, Francia e Italia oscilan entre los 19.424€/ha i los 66.972 €/Ha. La rentabilidad media obtenida con la tasa interna de rendimiento es siempre superior al 9 % y el periodo de recuperación de la inversión igual o superior a 10 años.