



Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Cataluña

Juan Martínez de Aragón - Daniel Oliach - Rita Henriques
Miquel Fortuny - Josep Girbal - José Antonio Bonet



Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Cataluña

Juan Martínez de Aragón - Daniel Oliach - Rita Henriques
Miquel Fortuny - Josep Girbal - José Antonio Bonet

Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Cataluña

Autores

Juan Martínez de Aragón, Daniel Oliach, Rita Henriques, Miquel Fortuny, Josep Girbal y José Antonio Bonet

Colaboradores

Christine R. Fischer
Carlos Colinas
Societat Catalana de Micologia

Autores de fotografías

Área de Gestión Forestal Sostenible, Carles Castaño, Carles Santana, Daniel Oliach, Joan Marceló, Jordi Rius, Jordi García, Josep Girbal, Miquel Fortuny, Pere Muxí y Rosa García. Juan Martínez de Aragón y Rita Henriques las fotografías sin autoría.

Autores de ilustraciones

Jean Rondet, acuarela de la portada
Juan Martínez de Aragón, salvo que indiquen lo contrario

Diseño y realización

Juan Martínez de Aragón y Departamento de comunicación del CTFC

Edita



Centre Tecnològic Forestal de Catalunya
Ctra. de St. Llorenç de Morunys, km 2.
25280 Solsona, Lleida (España)
Tfno. 973 481 752 – Fax. 973 480 431
www.ctfc.cat

Financia



PROYECTO INTERREG IVB SUDOE1/P2/E069 MICOSYLVA: “Gestión selvícola de montes productores de hongos silvestres comestibles de interés socioeconómico como fuente de desarrollo rural”

Cita Bibliográfica

Martínez de Aragón, J., Oliach, D., Henriques, R., Fortuny, M., Girbal, J. y Bonet, J.A. 2012. Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Cataluña. Ediciones CTFC, 112 pp.

ISBN: 978-84-615-7540-4

Depósito Legal: L-260-2012

Prólogo

Cuando los biólogos intentamos ocuparnos de los hongos y de su importante papel en los ecosistemas terrestres, nos vemos limitados por la gran complejidad de la tarea. El primer obstáculo es la identificación del desmesurado número de especies, formadoras o no de setas, que intervienen en cualquier comunidad. En la mayor parte de los estudios de campo, hay que esperar a que el micelio, la parte más activa pero menos visible e identificable del hongo, se manifieste gracias a la producción de hongos, más ricos en caracteres. Pero este proceso está sometido a grandes fluctuaciones y a largos períodos de eclipse, en que muchas especies parecen ausentes. Las técnicas de análisis molecular ambiental permiten saber qué hongos se esconden en el suelo, pero para traducir las señales moleculares en especies, debemos conocer los marcadores moleculares que definen un gran número de especies, y ello exige haberlas identificado, una primera vez, a partir de los caracteres clásicos.

Me viene a la memoria la década de los 70, en que botánicos (nadie o casi nadie diferenciaba los micólogos) e ingenieros forestales (la inefable ICONA!) oponíamos, de forma a menudo apasionada, maneras distintas de considerar los bosques y los pastos, de explotarlos y de conservarlos. El presente libro es un indicio más de que aquellas diferencias entre botánicos, ecólogos y ecologistas, por una parte, y técnicos forestales, propietarios y rematantes por la otra, han dado progresivamente paso a una colaboración más rica en comprensión y sinergias, orientada a analizar la gestión de las comuni-

dades forestales, introduciendo gradualmente en ella un esfuerzo por obtener datos cuantitativos, extensivos a las setas, sin olvidar las valoraciones económicas.

La experiencia de los autores, más o menos relacionados con el Centre Tecnològic Forestal de Catalunya y con el programa Micosylva, y otros también implicados en la industria del cultivo de las setas y las trufas, se ha juntado felizmente en este libro, lleno de datos cuantitativos novedosos (producciones, fluctuaciones, precios), que muchos de nosotros echábamos en falta, presentados de forma concisa y clara, cuando intentábamos ofrecer a alumnos y naturalistas una visión más completa de la importancia de los hongos en nuestros ecosistemas terrestres.

Si los árboles nunca debieran impedir ver el bosque, tampoco el valor de los productos y servicios forestales tradicionales: madera, caza, piñones, castañas, resina, cortezas ricas en taninos, etc..., muchos de ellos en proceso de devaluación, deben ocultar la enorme importancia de los hongos: en su conjunto, porque son básicos para el buen funcionamiento de la comunidad forestal y, más en concreto, porque parte de ellos producen setas de un valor económico muy superior al antes estimado.

La demanda de setas y de trufas como condimento y alimento, y el valor económico del turismo micológico, merecían un estudio y una valoración moderna, capaz de ofrecer propuestas de gestión bien fundamentadas. Poner cifras a estas actividades y servicios, incluso discutir si se debe o no, y de qué manera, compensar a los

propietarios por tales servicios, eran cometidos necesarios, que se abordan en este libro, a veces resumiendo trabajos científicos y extensos, elaborados pacientemente, a lo largo de muchas temporadas, por sus autores.

La aproximación centrada en los principales tipos de bosques es en esta obra, un aspecto de especial interés, aunque haya sido necesario prescindir de muchas especies de difícil identificación y poca significación económica. Era inevitable. También quedan de manifiesto los tipos de bosque que, como los abetales y pinares de alta montaña, los robledales y castañares, están aún pendientes de nuevos programas de valoración cuantitativa.

Son especialmente sugestivos los mapas con las zonas más productivas en setas comerciales de Cataluña, y de las aptas, ahora y en el futuro, para la truficultura. Las enormes fluctuaciones interanuales en la producción de setas se expresan en un gráfico. En comparación con los diagramas de los precios, se aprecia como varían de forma inversa.

El capítulo de micoselvicultura (los botánicos nos resistimos a usar términos como selvicultura y sus derivados, que suponen un cambio injustificado del étimo latino silva, que significa bosque, con la introducción de una e que nos transporta a las selvas de Tarzán), resume la experiencia profesional de los autores y centra las buenas prácticas selvícolas en una base científica.

El libro se completa con un tratamiento conciso y actualizado del cultivo de setas y trufas y de su preparación para la conservación y comercialización.

Sea pues bienvenida esta obra, que viene a completar la visión de la importancia ecológica y económica de los hongos productores de setas y nos permite mirar el bosque como un conjunto complejo y funcional y no sólo como una terra ignota en la que adentrarse en busca de especies raras o, simplemente, de especies comestibles. Y, por lo menos hasta ahora en la mayoría de los casos, a coste cero, una situación cada vez más rara.

Xavier Llimona. UB. SCB.

Índice

Capítulo I: Introducción	9
I.1.- Los hongos en el funcionamiento de los ecosistemas forestales.	9
I.1.1.- Papel de los hongos saprobios en la degradación de la materia orgánica.	10
I.1.2.- Papel de los hongos micorrícicos en la nutrición y salud de los árboles.	11
I.1.3.- Diversidad fúngica y estabilidad de los bosques.	15
I.1.4.- Relaciones entre los hongos y los animales.	16
I.2.- Propiedades alimenticias, medicinales y toxicología de hongos.	17
I.3.- Tradición micológica en Cataluña.	21
Capítulo II: Gestión sostenible del recurso micológico.	24
II.1.- Diagnóstico del recurso micológico y planificación de su aprovechamiento en Cataluña.	24
II.1.1.- Principales hábitats productores de hongos silvestres comestibles de Cataluña.	24
II.1.1.1. Coníferas.	24
II.1.1.2. Planifolios.	40
II.1.1.3. Bosques de ribera.	50
II.1.1.4. Prados y pastos.	52
II.1.2.- Estimación de la producción y del valor económico de las setas recolectadas por los recolectores en Cataluña.	54
II.1.3.- Modelo territorial de producción y aprovechamiento micológico en Cataluña.	55
II.1.4.- La propiedad forestal y los aprovechamientos micológicos.	58
II.2.- Micoselvicultura.	59
II.2.1.- Definición de selvicultura fúngica o micoselvicultura.	59
II.2.2.- Factores que determinan la conservación y mejora de la producción y diversidad fúngica.	60
II.2.3.- Gestión micoselvícola en los principales pinares de Cataluña.	66
II.2.3.1. Ejemplo de Itinerario micoselvícola propuesto para pinares de <i>Pinus sylvestris</i> de calidad de estación media en el ámbito pirenaico y central.	73
II.2.4. Gestión micoselvícola en encinares y quejigares truferos.	75
Capítulo III: El cultivo de los hongos	77
III.1.- Truficultura en Cataluña.	77
III.1.1.- Introducción.	77
III.1.2.- Fundamentos de truficultura.	79

III.1.3.- Gestión de las plantaciones truferas.	81
III.1.3.1.- Control de planta micorrizada.	81
III.1.3.2.- Plantación.	83
III.1.3.3.- Tratamiento de la vegetación.	84
III.1.3.4.- Riegos.	84
III.1.3.5.- Podas.	84
III.1.3.6.- Seguimiento de las plantaciones.	84
III.1.4.- Comercialización y legislación.	85
III.2.- El cultivo de hongos sapróbios.	86
Capítulo IV: Regulación, comercialización y aprovechamiento micológico	89
IV.1.- Regulación de la recolección de hongos silvestres comestibles.	89
IV.1.1.- Justificación y objetivos de la regulación.	89
IV.1.2.- Marco legal de la regulación en Cataluña.	89
IV.1.3.- Tipos y criterios de asignación de permisos.	90
IV.1.4.- Plan de vigilancia y señalización.	92
IV.2.- La comercialización de hongos.	92
IV.2.1.- Marco legal de la comercialización de los hongos.	92
IV.2.2.- Canales de comercialización de setas en Cataluña.	93
IV.2.3.- Posibilidad de creación de una marca o sello de calidad.	94
IV.2.4.- Técnicas de conservación de hongos.	94
IV.3.- Micoturismo, sensibilización social y educación ambiental	96
Glosario.	98
Bibliografía.	101

Capítulo I: Introducción

I.1.- Los hongos en el funcionamiento de los ecosistemas forestales.

Los hongos desempeñan un papel clave en cualquier unidad o parte de la biosfera que soporta un flujo de energía, ya que participan activamente en su adquisición, distribución y organización funcional, en particular, en los ecosistemas forestales. Así pues, los hongos establecen dentro de los ecosistemas una amplia variedad de funciones e interacciones entre ellos y/u otros organismos, resultando de este modo, ser elementos fundamentales en la dinámica espacio-temporal de cualquier bosque y demás formaciones vegetales.

Un ecosistema forestal incluye un componente autotrófico, constituido por las distintas especies de árboles y plantas, los cuales, tal y como nos pone en evidencia el registro fósil, han evolucionado junto con los hongos desde que colonizaron el medio terrestre (micorrizas, hongos endófitos y líquenes) y un componente heterotrófico constituido por organismos vivos que necesitan materia orgánica previamente elaborada para nutrirse y crecer. Dentro de este segundo componente es usual distinguir un componente constituido por consumidores (herbívoros y carnívoros) y un componente formado por los organismos descomponedores o saprobios: hongos y bacterias, que procesan la materia orgánica para transformarla en compuestos inorgánicos accesibles de nuevo a los autótrofos. Es importante añadir que los

hongos, como grupo, no son redundantes y no son funcionalmente intercambiables con las bacterias descomponedoras.

Los hongos los clasificamos según su estrategia a la hora de obtener el alimento en saprobios o descomponedores, comportándose como mutualistas de organismos fotosintéticos (líquenes y micorrizas), predadores y como patógenos. Sin embargo, en la realidad esta división es mucho más compleja, y muchos hongos quedan en un contexto intermedio, en la que su estrategia de alimentación no está del todo definida porque una parte de su ciclo vital se desarrolla en otra fase (Fig. 1).



Figura 1: Clasificación teórica de algunos hongos según la estrategia a la hora de obtener el alimento. Aunque algunos hongos quedan bien definidos, muchos otros quedan en una posición intermedia. Basado en Morcillo y Sánchez (2000).

1.1.1.- Papel de los hongos saprobios en la degradación de la materia orgánica.

En general, los nutrientes se incorporan a los ecosistemas en tasas muy por debajo de los requerimientos de crecimiento de los vegetales, de tal manera que la productividad en los ecosistemas, entendida como el incremento en biomasa, está directamente relacionada con el ciclo de nutrientes, es decir, la tasa a la cual los nutrientes se liberan desde la materia orgánica muerta. Los hongos son un factor clave en la regulación de dicha tasa. Favorecen de este modo la formación de humus o humificación de los horizontes más superficiales de suelo al mismo tiempo que contribuyen a su mineralización. Pero no sólo mineralizan las sustancias orgánicas, también retienen gran cantidad de nutrientes en el micelio, que se van liberando de forma gradual (Boddy y Watkinson, 1995).

Los hongos sapróbios (del griego *sapros* = putrefacto y *bios* = vida) son en particular importantes en la descomposición de la celulosa, que es el polímero natural más abundante en los ecosistemas terrestres. La utilización y aprovechamiento de la materia orgánica está relacionada con la arquitectura de la red de hifas (el micelio), la cual provee capacidad de exploración y penetración en los distintos sustratos y con la capacidad de producción de enzimas extracelulares responsables de la capacidad para romper y utilizar estos productos como fuente de energía. La posibilidad de utilización de estos sustratos no es la misma para todos los hongos saprobios, con lo cual muy a menudo estos hongos crecen en comunidades mixtas que reflejan sus diferentes capacidades enzimáticas. La efectividad en la degradación de los sustratos, dependerá, por lo tanto, de la mayor o menor especialización de los hongos. Mientras algunos hongos aprovechan indistintamente materia orgánica de origen diverso, otros prefieren sustratos más específicos. Así encontramos hongos saprobios humícolas (sobre restos vegetales en descomposición, humus; *Agaricus*, *Clitocybe*,...), coprófilos (sobre estiércol; *Coprinus*, *Panaeolus*, *Peziza*,...), lignícolas (sobre madera muerta, ramas; *Mycena*, *Pluteus*, *Polyporus*,...), pirófilos (sobre terrenos quemados; *Peziza*, *Hebeloma*, *Pholiota*,...), terrícolas (sobre tierra sin vegetación; *Omphalina*,...), prácticolas (sobre la hierba; *Coprinus*, *Lycoperdon*, *Marasmius*,...), folícolas (sobre las hojas; *Marasmius*,...) o cortícolas (sobre la corteza de árboles; *Coprinus*, *Mycena*, *Phaeomarasmius*,...).



Humícolas:
Cuerpo fructífero de *Agaricus silvicola*



Coprófilos:
Cuerpo fructífero de *Coprinus comatus*



Lignícolas:
Cuerpo fructífero de *Agrocybe aegerita*



Praticolas:
Cuerpo fructífero de *Lycoperdon perlatum*



Folícolas:
Cuerpo fructífero de *Marasmius quercophilus*



Cortícolas:
Cuerpo fructífero de *Coprinus disseminatus*.
Foto: Ioan Marceló

Algunas de las especies de hongos sapróbios más representativas son: champiñón (*Agaricus bisporus*), seta de chopo negra (*Pleurotus ostreatus*), setas de cardo (*Pleurotus eryngii*), parasol (*Macrolepiota procera*), seta de tinta (*Coprinus comatus*), pipa (*Ganoderma lucidum*), shitake (*Lentinula edodes*), micenas (*Mycena sp.*) etc.

El cultivo industrial de los hongos sapróbios ha tenido éxito con muchas especies (alrededor de 90 especies), mediante el control de ciertas condiciones ambientales como son la temperatura, la humedad, la aireación y el fotoperíodo, con necesidades diferentes en función del grado de desarrollo del carpóforo. La elección de un sustrato adecuado al equipamiento enzimático de cada especie y que responda a ciertas condiciones estructurales, es imprescindible para el éxito de la producción (Delmas, 1989).

1.1.2.- Papel de los hongos micorrícicos en la nutrición y salud de los árboles.

Desde la colonización de la tierra firme, las plantas tienen una gran dependencia de los hongos capaces de formar asociaciones mutualistas. La estrategia trófica evolutiva de este tipo de hongos es la adquisición de una autotrofia secundaria al tener acceso a los fotosintatos elaborados por las plantas. Parece evidente que la asociación de los hongos micorrícicos con las plantas se mantiene por un movimiento bilateral y heterogéneo de metabolitos orgánicos e iones.

Se estima que el 95% de las especies de plantas vasculares pertenecen a familias que forman asociaciones micorrícicas. Harley y Smith (2008) clasificaron los hongos micorrícicos en siete tipos: ectomicorrizas o micorrizas ectótrofas, endomicorrizas vesículo-arbusculares, ectendomicorrizas, micorrizas arbutoides, ericoides, monotropoides y orquidácias. De entre éstas, las más importantes son las endomicorrizas vesículo-arbusculares y las ectomicorrizas (Fig. 2).

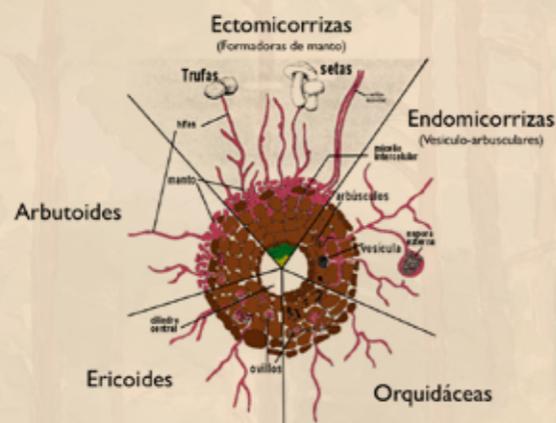


Figura 2: Principales tipos de hongos micorrízicos y características que diferencian unas de otras. Diagrama modificado de Dra. Ana María González.

Las endomicorrizas vesículo-arbusculares (VA) se pueden observar en más del 90% de las especies de plantas superiores. Los hongos que forman este tipo de micorrizas están formados por las familias: *Gigasporaceae*, *Glomaceae* y *Acaulosporaceae*, dentro de las cuales, hay géneros con gran valor para la agricultura (*Sclerocystis*, *Glomus*, *Acaulospora* y *Gigaspora*). Son hongos principalmente hipogeos, biotróficos obligados y que únicamente pueden vivir en simbiosis con raíces de plantas superiores. Además, se caracterizan porque las hifas penetran en las células del parénquima radical formando arbusculos (órganos ramificados que sirven para intercambiar sustancias) y vesículas, ricas en lípidos de reserva (Llimona y col., 1990). Los hongos endomicorrízicos del tipo VA son empleados en cultivos puesto que mejoran los rendimientos; así por ejemplo, es muy importante la dependencia de este tipo de micorrizas con las zanahorias o los puerros (Conesa, 2000).

Los hongos ectomicorrízicos por el contrario, forman una capa denominada manto que envuelve la raíz de la planta y penetra entre los espacios intercelulares, formando unas estructuras mixtas denominadas micorrizas. Estas son órganos de intercambio entre el hongo y la planta, que proporcionan beneficios tanto al hongo como a la planta huésped. Se forman en familias con representantes arbóreos de gran importancia en el paisaje, tales como fagáceas, pináceas, betuláceas, tiliáceas y salicáceas; que corresponden al 3- 5% de las plantas superiores que forman ectomicorrizas (Marks y Kozłowski, 1973).

Las ventajas que obtiene la planta mediante estas asociaciones son muy importantes: el micelio aumenta la superficie de absorción de nutrientes y agua y, físicamente protege las raíces finas de algunos patógenos y de su desecación. En algunos casos los hongos limitan o incluso impiden el desarrollo de otras plantas por medio de la emisión de sustancias alelopáticas, permitiendo a la planta disponer de

mayor cantidad de agua y nutrientes, que pueden vehicular a través de la red miceliar hacia las micorrizas. En particular, los hongos ectomicorrízicos absorben elementos tales como fósforo, potasio y nitrógeno de varias formas (nitrógeno amoniacal, nitrógeno nítrico y aminoácidos) y lo transfieren a la planta en forma de aminoácidos. Los hongos a cambio reciben de las plantas hidratos de carbono que llegan en forma de azúcares sencillos (glucosa, fructosa y sacarosa) y vitaminas que intervienen en el metabolismo y crecimiento del hongo y en la formación y desarrollo de los carpóforos (Molina y col., 1993; Conesa, 2000; Trudell, 2002).

Además, las extensas redes de micelio que se distribuyen por la parte superficial del suelo (primeros 15cm), actúan como agregadores de partículas entre el suelo y una fracción de la materia orgánica, de tal manera que proporcionan porosidad al suelo, permitiendo el movimiento de aire y agua (Molina y col., 1993). Este hecho, facilita el desarrollo de microorganismos (importante para el desarrollo de las plantas) al disponer éstos de una mayor cantidad de alimento fúngico y de oxígeno (Fig. 3).



Figura 3: Ciclo biológico de los hongos micorrízicos y hongos sapróbios. Basado en el esquema publicado en www.myas.info/cdsetas/HTML/FRHongos.htm

La mayoría de las setas silvestres que encontramos en los ecosistemas forestales establecen ectomicorrizas y son principalmente de hongos basidiomycetes (Llimona y col., 1990). Entre la más conocidas encontramos: oronjas (*Amanita caesarea*), rovellones (*Lactarius deliciosus*, *L. sanguifluus*, *L. semisanguifluus*, *L. salmonicolor*, *L. vinosus*), babosas (*Hygrophorus latitabundus*, *H. eburneus*), lengua de gato (*Hydnum repandum*), hongos o boletos (*Boletus edulis*, *B. aereus*, *B. pinophilus*), boleto anillado (*Suillus luteus*), rebozuelos (*Cantharellus cibarius*, *C. lutescens*), trompetas (*Craterellus cornucopioides*), negrillas (*Tricholoma terreum*) y seta de oveja (*Tricholoma fracticum*).



Boletus edulis



Cantharellus cibarius. Foto: Jordi Rius



Cantharellus lutescens Foto: Carles Santana



Craterellus cornucopioides



Hydnum repandum



Hygrophorus latitabundus



Lactarius deliciosus



Lactarius sanguifluus



Lactarius vinosus



Suillus luteus



Tricholoma fracticum



Tricholoma terreum



Amanita caesarea

La tecnología para el establecimiento de ectomicorrizas se utiliza para producir planta micorrizada para forestación de zonas degradadas y también de planta micorrizada con especies fúngicas con valor comercial como son *Lactarius deliciosus*, *L. sanguifluus*, *Boletus edulis* o *Tuber melanosporum*.

I.1.3.- Diversidad fúngica y estabilidad de los bosques.

A pesar de ser uno de los grupos funcionales fundamentales en los ecosistemas terrestres, el reino de los hongos es uno de los más desconocidos desde un punto de vista de biodiversidad, estimándose en más de 75.000 especies las especies presentes en Europa (Senn-Irllet y col., 2007. <http://www.eccf.info>), frente a las 12.500 de plantas vasculares, 1.753 de musgo, 8.370 de mariposas, 524 de aves y 226 de mamíferos.

La diversidad de hongos por lo general ha pasado desapercibida a la hora de gestionar y conservar los ecosistemas forestales. Sin embargo, en la actualidad, los forestales, ecólogos, y gestores están reconociendo que la productividad de los bosques, la regeneración y la estabilidad del ecosistema dependen de los organismos y procesos (biocenosis) que están presentes en cada biótomo.

La diversidad fúngica es un componente clave del mantenimiento de los ecosistemas ya que los hongos están íntimamente ligados con el funcionamiento de éstos como movilizadores de nutrientes, degradadores, patógenos de plantas y animales o como simbioses. El porcentaje de cada uno de estos tipos de hongos ofrece un diagnóstico de la salud del monte mediterráneo. En un bosque mediterráneo sano los hongos micorrizógenos deben suponer entre el 50 y el 66 %, los saprobios ente 40 y 60 %, y los parásitos entre el 0 y el 5 %. En general, un porcentaje

de hongos micorrizógenos superior al 30 % es indicador de un bosque vigoroso.

El desconocimiento sobre la presencia de determinadas especies y los efectos que tienen los cambios globales (cambio climático, cambio de uso del suelo, etc.) sobre su continuidad pueden suponer una importante pérdida de biodiversidad que pase desapercibida para el conjunto de la sociedad pero que influirá en la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas forestales.



Pisolithus tinctorius



Clathrus ruber

I.1.4.- Relaciones entre los hongos y los animales.

Históricamente las setas se han consumido en numerosas sociedades como un producto de subsistencia, igual que muchos otros productos naturales de crecimiento espontáneo, como es el caso de las plantas medicinales y aromáticas, las bayas silvestres, los espárragos, etc.

De la misma manera que las setas forman parte de la alimentación de las personas, éstas también están incluidas en la red trófica de muchos ecosistemas forestales. Los hongos interactúan con muchos organismos del suelo incluyendo las bacterias, nemátodos, microartrópodos, insectos y hasta con otros hongos (Molina y col., 1993). También hay muchos animales que habitan los bosques, que incluyen las setas y sus micelios en su alimentación como es el caso del ciervo (*Cervus elaphus*), el jabalí (*Sus scrofa*), la ardilla (*Sciurus vulgaris*) así como diversos roedores, junto a moluscos gasterópodos e insectos y otros organismos micófilos. Como contraprestación, algunos de estos seres vivos colaboran en la diseminación de las esporas de los hongos a través de las heces que defecan por el territorio (Conesa, 2000) (Fig. 4).

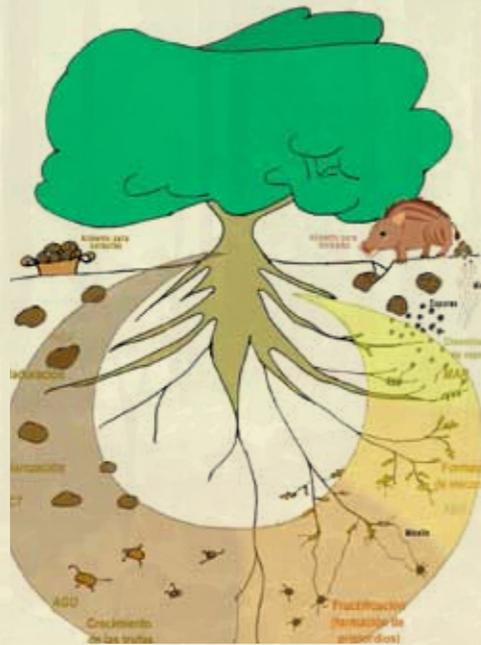


Figura 4: Esquema del ciclo biológico de *Tuber melanosporum* e interacción con la fauna. Esquema modificado y basado en Sourzat (2002)

I.2.- Propiedades alimenticias, medicinales y toxicología de hongos.

Los hongos comestibles poseen propiedades alimenticias excepcionales por su bajo contenido en calorías y grasas y son una importante fuente de vitaminas y minerales, por ejemplo potasio y magnesio, poseyendo un alto contenido proteico. Este alto contenido proteico tiene, entre otras funciones importantes, la de suministro de nitrógeno y aminoácidos esenciales para el organismo humano. El valor nutricional de los hongos es tan elevado que, cuando se compara con otros alimentos (carne, legumbres y tubérculos), solo está superado por la carne de cerdo, bovino y pollo y es comparable con la mayoría de las legumbres (Boa, 2005).

En términos nutricionales las setas contienen entre el 3 y el 5,5% de proteínas y entre el 0,1 y el 5,2% de glúcidos, además de lípidos, vitaminas y sales minerales, un contenido alimentario razonable. Sin embargo, la realidad es que el organismo humano las aprovecha muy poco debido a la altísima cantidad de agua que contienen, entre el 90-95%, y a la baja digestibilidad que tienen (Llimona y col., 1990; Camarasa y col., 1993). Estas peculiaridades han fomentado que numerosas dietas de adelgazamiento las contemplen en sus menús.

Además de las propiedades alimentarias, algunas setas tienen propiedades medicinales. Son diversos los estudios científicos que han demostrado los efectos terapéuticos de los hongos. Los principales usos medicinales de los hongos consisten en: antibióticos, en el caso de *Agaricus blazei*, *Hypsizygos marmoreus* y *Oudemansiella mucida*; anti-inflamatorio, como son las especies *Fomes fomentarius*, *Laetiporus sulphureus*, *Lenzites betulina*, *Marasmius androsaceus* y *Piptoporus betulinus*; antioxidantes; antivirales, como son las especies *Pholiota aegerita*, *Armillaria mellea*, *Dendropolyporus umbellatus*, *Ganoderma lucidum*, *Hericium erinaceus*, *Inonotus obliquus* y *Volvariella volvacea*; antitumorales, caso de *Pleurotus pulmonarius*, de *Boletus edulis* y de *Lentinula edodes*; reguladores de la presión sanguínea, como *Auricularia auricula-judae*, *Flammulina velutipes* y *Pleurotus ostreatus*; desordenes cardiovasculares; hipercolesterinemia, como la especie *Grifola frondosa*; antidiabético; inmuno-moduladores; tónico renal; hepatoprotectores, como es el caso de las especies *Ganoderma lucidum* y *Lentinula edodes*; contra la bronquitis crónica y potenciadores sexuales. Debido a las distintas propiedades medicinales asociadas a estos organismos son muchas las especies de hongos que se utilizan en la medicina tradicional, principalmente en los países asiáticos, o por quienes practican naturopatía (Pérez-Armendáriz y col., 2010; Boa, 2005).

Según Boa (2005) en el mundo hay 1.097 especies de setas consideradas solo como comestibles, 1.069 consideradas como alimento y 470 especies consideradas medicinales. En el mismo estudio, solo fueron anotadas como venenosas unas 170 especies, estando la mayoría relacionadas con las especies que se confunden con especies comestibles (ver tabla I de las especies de setas que provocan intoxicaciones más frecuentes). Además, muchas especies comestibles son venenosas cuando están crudas, pero pocas personas las comen en estas condiciones conllevando con ello que el riesgo de envenenamiento sea bajo.

Tabla 1: Intoxicaciones provocadas por ingestión de setas tóxicas (Nogué y col., 2009).

Tipo de intoxicación	Síntomas de la intoxicación	Nombre científico	Nombre común en castellano y en catalán
Setas tóxicas exclusivamente del tubo digestivo	Muy irritantes del tubo digestivo, producen una intensa gastroenteritis con fuertes dolores de vientre, náuseas, vómitos y diarreas profusas	<i>Tricholoma pardinum</i>	cast: falsa negrilla, atigrado cat: fredolic gros bord
		<i>Entoloma lividum</i>	cast: seta engañosa, pérfida, entoloma lívido; cat: fals carner
		<i>Ramaria formosa</i>	cast: ramaria elegante cat: peu de rata bord
		<i>Omphalotus olearius</i>	cast: seta de olivo cat: gírbola d'olivera, bolet d'oliu
Setas tóxicas del tubo digestivo y el hígado	Su ingesta produce una grave intoxicación, a veces mortal. Sus toxinas atacan al hígado y pueden ocasionarle una necrosis fulminante	<i>Amanita phalloides</i>	cast: amanita faloide, oronja verde, seta mortal, canaleja cat: farinera borda, farinot, pentinella borda
		<i>Lepiota brunoincarnata</i>	cast: parasol pardo rojizo
		<i>Galerina marginata</i>	cast: galerina rebordeada
Setas que causan síndrome antabús	Produce una intoxicación únicamente si tras su ingesta se consumen bebidas alcohólicas: palpitaciones, enrojecimiento de la piel de la cara y del cuello con sensación de oleadas de calor, vómitos y sudoración. En algunos casos se produce hipotensión y arritmias cardíacas	<i>Coprinus atramentarius</i>	cast: coprino entintado, seta antialcohólica cat: bolet de femer, pixacà negra, pixacà de tinta
Setas que causan un síndrome colinérgico	Entre 30–90 minutos tras la ingesta se presenta un cuadro de hipersecreción salivar y bronquial, acompañado de miosis pupilar y visión borrosa. Sudoración profusa.	<i>Inocybe fastigiata</i>	cast: bruja cat: bruixa
Setas que causan un síndrome anticolinérgico	Los primeros síntomas se presentan entre media y una hora tras la ingesta: confusión, alteración del estado de conciencia, en ocasiones agitación psicomotriz acompañada de agresividad. Es frecuente que el cuadro tóxico incluya la percepción de alucinaciones. Puede producirse en el curso de pocas horas una depresión neurológica que puede precisar soporte vital con respiración asistida.	<i>Amanita pantherina</i>	cast: seta pantera cat: pixacà
		<i>Amanita muscaria</i>	cast: falsa oronja, matamoscas cat: oriol foll, reig bord
Setas que causan hemólisis	Se pueden presentar síntomas más o menos intensos: orinas oscuras, hipotensión, dolor lumbar, oliguria.	<i>Helvella lacunosa</i>	cast: bonete, oreja de gato negra cat: orella de gat negra
		<i>Paxillus involutus</i>	cast: paxilo enrollado

Setas que causan rabdomiólisis	Puede producir síntomas, tras consumos repetidos de cantidades considerables. Los primeros síntomas aparecen a los 2 ó 3 días de la primera ingesta: dolores musculares en extremidades inferiores, acompañados de fatiga y debilidad, sudación y fiebre. En algunos casos se aprecian signos de afectación renal. En los casos graves, puede sobrevenir la muerte por graves trastornos del ritmo cardíaco o shock cardiogénico.	<i>Tricholoma equestre</i>	cast: seta de los caballeros cat: verderol, groguet, pixaconills
Setas que causan alucinaciones	Los síntomas se inician pasada poco más de media hora, y pueden persistir por espacio de 4 a 6 horas.	<i>Psilocybe semilanceata</i>	cast: mongui, angelitos cat: mongui
		<i>Panaeolus sphinctrinus</i>	cast: falso psilocibe
Setas que causan convulsiones	En forma aguda puede producir síntomas a las 8-24 horas de su ingesta.	<i>Gyromitra esculenta</i>	cast: bonete, colmenilla falsa cat: bolet de greix
Setas que causan nefrotoxicidad	Produce una grave lesión renal que puede llegar a ser irreversible. En ese caso será necesario entrar en un programa de hemodiálisis periódica y plantear el trasplante de riñón.	<i>Cortinarius orellanus</i>	cast: cortinario de montaña cat: cortinari metzinos
		<i>Amanita proxima</i>	cat: farinera borda
Setas que causan acro-eritromelalgia	Tras un periodo de latencia de unas 10–15 horas se presentan trastornos digestivos. Entre 2 y 4 días tras la ingesta se presentan en más de la mitad de los casos signos de afectación renal que, en algunos casos, requiere sesiones de hemodiálisis.	<i>Clitocybe amoenolens</i>	
	A las 24 horas de su consumo se presentan: crisis de dolores paroxísticos violentos, acompañados de sensación de quemazón en las partes distales de las extremidades, en las manos y sobre todo en los pies. En los momentos de las crisis, las extremidades muestran aumento de temperatura, eritema y edema.		



Amanita phalloides



Amanita muscaria



Amanita pantherina Foto: Jordi Rius



Cortinarius orellanus Foto: Josep Girbal



Entoloma lividum Foto: Josep Girbal



Galerina marginata Foto: Jordi Rius



Gyromitra esculenta Foto: Jordi Rius



Helvella lacunosa Foto: Jordi Rius



Inocybe rimosa Foto: Jordi Rius



Lepiota bruneoincarnata Foto: Jordi Rius



Omphalotus olearius Foto: Jordi Rius



Panaeolus sphinctrinus Foto: Jordi Rius



Paxillus involutus Foto: Jordi Rius



Ramaria formosa Foto: Jordi Rius



Tricoloma equestre Foto: Jordi Rius

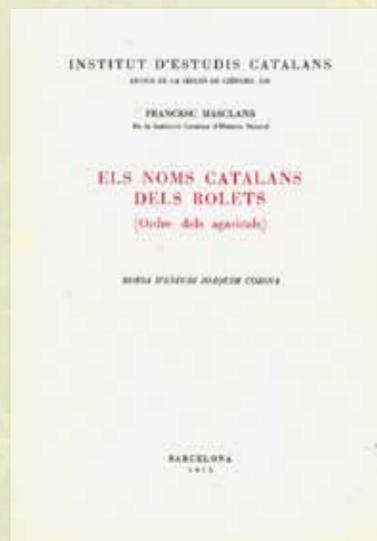


Tricholoma pardium Foto: Jordi Rius

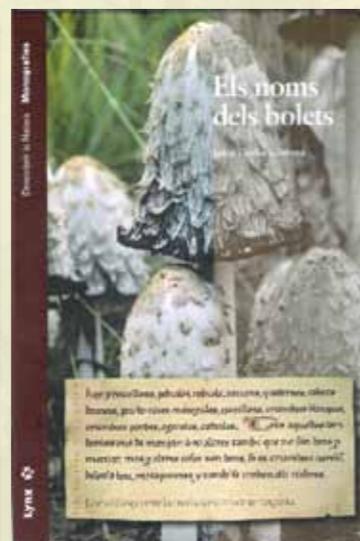
La comestibilidad de las diferentes especies de hongos suele aparecer en las guías de campo. Sin embargo, en ocasiones entre una y otra guía podemos encontrar información contradictoria: una misma especie puede aparecer como “comestible” en una guía, pero como “no comestible” en otra. Es importante, que a la hora de recolectar especies desconocidas se tenga en cuenta este aspecto y en el supuesto caso de que no se tenga un 100% de seguridad de que se trate de una especie comestible desecharla en todos los casos.

I.3.- Tradición micológica en Cataluña.

En el pasado, en diferentes regiones mediterráneas, se podían encontrar ejemplos de comunidades con micofilia y con micofobia. Principalmente los catalanes, los vascos, los occitanos y los italianos se consideraban sociedades micófagas y por el contrario los castellanos, los gallegos y los griegos se consideraban micófobos (Camarasa y col., 1993). Los catalanes siempre han sido un pueblo micófilo y micófago, les gustan las setas y las consumen— y, buena prueba de ello, ha sido el amplio legado micológico, con más de 400 nombres populares.



Portada del libro "Els Noms Catalans dels Bolets". Francesc Masclans (1975).



Portada del libro «Els noms dels bolets». Josep Cuello (2007).

En la actualidad, la mayoría de las sociedades de la mediterránea europea se pueden considerar micófilas y micófagas, debido a la globalización de la sociedad actual. En el caso de Catalunya más de 2 millones de personas acostumbran a ir a buscar setas a los bosques durante el otoño, lo que representa el 33% de la población (Ceres, 2008). Ir a buscar setas es equivalente para los catalanes a decir ir a por "rovellons o nízcalos" (especies de *Lactarius* del grupo *deliciosus*). De hecho más de un 80% de los recolectores los conocen y los recogen. Sin embargo, las setas son algo más: Ramon Pascual (1994) deja ver la importancia de las setas con la frase «*el bolet és moltes coses alhora. És feina i és lleure, és natura i és cultura, és llenguatge i és economia, és cuina i és gastronomia*» cuya traducción sería "Las setas son muchas cosas al mismo tiempo. Es trabajo y es recreo, es naturaleza y es cultura, es lenguaje y es economía, es cocina y es gastronomía".

La búsqueda y recogida de setas es una gran actividad de recolección turística, comercial y de consumo, que queda bien reflejada en los múltiples actos culturales que se desarrollan en Cataluña, en las exposiciones, cursos, concursos de recolectores de setas, fiestas, excursiones, conferencias y, en una gran tradición culinaria (Llimona y col., 1990). Se estima que en todo Cataluña se celebran más de 50 ferias, donde tienen protagonismo las setas. Algunas de éstas como la "Fira de la Llenega" de Cardona, "Fira del Rovelló" de Coll de Nargó o la "Fira del Cep" de Vilaller, promocionan las setas mas representativas de la zona.

Hay otras dedicadas a las setas en general, como la "Fira del bolet" de Berga, la "Festa del bolet" de Setcases y de Seva y, finalmente hay otras dedicadas además de a las setas, a los recolectores de setas, a la naturaleza o a las hierbas medicinales como la "Fira del bolet i del boletaire" de Solsona, la "Fira del Bolet i la Natura" de Vilassar de Dalt o la "Fira del Bolet i les Herbes Remeieres" de Castellterçol.



Introducción a la micología a niños de entre 3 y 6 años de edad.



Feria anual en el Berguedà "Fira del bolet". Concurso que premia el cesto con mayor cantidad de nízcalos.



Estacionamiento masivo de vehículos en los caminos, en ocasiones dificultando el tránsito del resto de conductores.

Capítulo II: Gestión sostenible del recurso micológico

II.1.- Diagnóstico del recurso micológico y planificación de su aprovechamiento en Cataluña.

II.1.1.- Principales hábitats productores de hongos silvestres comestibles de Cataluña.

La fructificación de los hongos silvestres dependen en gran medida del ecosistema donde viven y de las especies vegetales que conforman la comunidad. Cataluña es un país forestal, en el que el 61% de su superficie está ocupada por terrenos forestales: prados, matorrales, y principalmente bosques (coníferas, planifolios, bosques de ribera) que representan el 38% del territorio, aproximadamente 1.200.000 ha (Burriel y col., 2000-2004). Debido a la complejidad del relieve y la diversidad de las condiciones bioclimáticas de Cataluña, ésta cuenta con comunidades forestales muy variadas y, asociadas a éstas, cuenta con una gran diversidad de hongos silvestres.

II.1.1.1. Coníferas.-

Las coníferas con cerca 721.000 ha representan el 63% del territorio forestal arbolado siendo la comunidad de especies mas importante en Cataluña. Las especies de coníferas más representativas son:

- *Pinus halepensis*
- *Pinus sylvestris*
- *Pinus nigra*
- *Pinus pinaster*
- *Pinus uncinata*
- *Abies alba*

***Pinus halepensis*.**- Los pinares de pino carrasco representan el 21% de la superficie boscosa de Cataluña, con cerca de 240.000 ha y se trata de la especie más abundante en el territorio catalán. Se distribuye por todas las provincias aunque especialmente en las comarcas del Bages, la Tierra Alta y la Anoia, en un rango de altitud de entre los 200 m.s.n.m y los 600 m.s.n.m (donde representa más del 35 % de los bosques) (Burriel y col., 2000-2004).



Foto: Área de Gestión Forestal Sostenible del CTFC

Su madera no presenta óptimas características tecnológicas, ya que por lo general tienen los troncos torcidos, alta conicidad, madera pesada en fresco y ligera en seco y con fácil serrado, pero con problemas por el exceso de nudos y por las exudaciones de resina. En el pasado ha sido utilizada para la construcción naval y para la obtención de resina, leñas y carbón. Sin embargo, en la actualidad lo poco que se aprovecha tiene como destino la fabricación de embalajes y la trituración para hacer tableros de aglomerado.

Los pinares de pino carrasco son huéspedes de numerosas especies de hongos, principalmente micorrícicas. La diversidad de especies de setas asociadas al pino carrasco observadas por el CTFC es de unas 170 especies, inferior a la registrada en otros pinares, principalmente *P. sylvestris* y *P. nigra* o en algunas especies de bosques de planifolios como pueden ser los encinares (Tabla 2). Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Hygrophorus latitabundus*, *Hydnum repandum*, *Lactarius deliciosus*, *L. sanguifluus*, *L. semisanguifluus*, *Cantharellus lutescens*, *Tricholoma terreum* y *Suillus luteus*. La relación entre especies de hongos micorrícicos (39%) y sapróbios (37%) es muy similar, mientras que el 24% restante se trata de especies cuya estrategia a la hora de obtener el alimento quedan en una posición intermedia o no clarificada, según nuestras observaciones.

Tabla 2: Las 25 especies de setas más productivas en los pinares de pino carrasco y su comestibilidad, de un total de 170 especies identificadas en 14 años de inventarios realizados en parcelas permanentes de la Cataluña Central y Tarragona por el CTFC.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Producción estimada (kg ha ⁻¹)	Comestibilidad
<i>Hygrophorus latitabundus</i> Britz.	Babosa- / Llenega	4,38	M
<i>Suillus mediterraneensis</i> (Jacq. & Blum)Redeuilh	- / -	3,19	C
<i>Hydnum repandum</i> L.	Lengua de gato / Agulletes	3,18	M
<i>Suillus collinitus</i> (Fr.) Kuntze	- / Molleric	1,84	C
<i>Hebeloma edurum</i> Métrod ex M. Bon	- / Carlet de pi	1,49	NC
<i>Russula sanguinea</i> (Bull. ex St.Amans) Fr.	Rúsula sanguínea / Marieta	0,84	NC
<i>Tricholoma caligatum</i> (Viv.) Ricken.	- / Moreu	0,80	C
<i>Tricholoma fracticum</i> (Batsch) Kreisel	- / Escarlet d'ovella	0,71	C
<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel.	Boleto granulado / Bolet de bou	0,71	C
<i>Hebeloma sinapizans</i> (Paul.) Gill.	Hebeloma rábano / -	0,68	NC
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) S. F. Gray	Niscalo / Pinetell	0,59	M
<i>Geastrum sessile</i> (Sow.) Pouz.	Estrella de tierra / Estrelleta petita	0,57	NC
<i>Cantharellus lutescens</i> Fr.	Rebozuelo amarillo / Camagroc	0,52	M
<i>Amanita ovoidea</i> (Bull.) Link.	Amanita ovoide / Farinera	0,44	C
<i>Lactarius chrysorrheus</i> Fr.	Lactario de leche dorada / Lleterola de llet groga	0,43	C
<i>Russula torulosa</i> Bres.	- / -	0,39	NC
<i>Leucopaxillus gentianeus</i> (Qué.) Kotl.	- / -	0,19	NC
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Sch.) Miller	Gonfidio reluciente / Cama de perdiu	0,17	C
<i>Collybia butyracea</i> (Bull.) Kumm.	Colibia butirácea / -	0,14	C
<i>Lactarius scrobiculatus</i> (Scop.) Fr.	- / Rovelló bord	0,13	NC
<i>Tricholoma terreum</i> (Sch.) Kumm.	Ratón / Fredolic	0,13	M
<i>Russula queletii</i> Fr.	Rúsula de Quélet / -	0,11	NC
<i>Russula delicata</i> Fr.	Rúsula blanca / Pebràs	0,09	C
<i>Agaricus arvensis</i> Sch.	Bola de nieve / Bola de neu	0,08	C
<i>Amanita citrina</i> (Sch.) Pers.	Amanita citrina / Cogoma groga	0,08	C

La columna Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

Las producciones de setas son muy variables a lo largo de los años, condicionadas principalmente por las lluvias del otoño e invierno y por la presencia o ausencia de viento. Se estiman unas producciones medias anuales de 30 kg ha⁻¹ con un intervalo de 14-46 kg ha⁻¹ (Fig. 5). Sin embargo, en años secos, las producciones pueden ser de 0 kg ha⁻¹, mientras que en años excepcionalmente húmedos, las producciones pueden superar los 90 kg ha⁻¹, siendo estas últimas producciones menos habituales (datos propios del CTFC 2011). El 23% del total de peso fresco son especies consideradas no comestibles, el 38% especies comerciales y un 39% especies comestibles con escaso valor culinario y/o frágiles para ser transportadas.

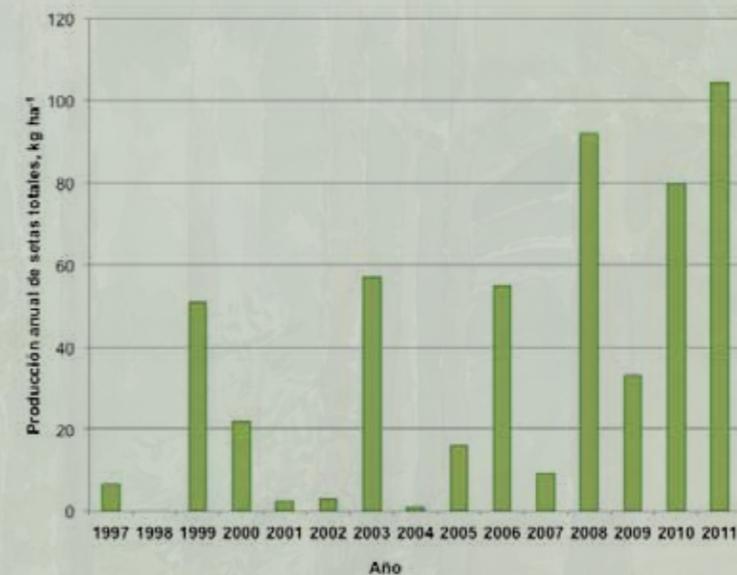


Figura 5: Producción anual de setas en pinares de pino carrasco de Cataluña. Datos obtenidos a través de inventarios micológicos realizados en parcelas permanentes en el otoño. Fuente CTFC.

***Pinus sylvestris*.** - Los pinares de pino albar, segunda especie más abundante con cerca de 220.000 ha, representan el 19% de la superficie boscosa de Cataluña. Aunque su distribución es amplia, el Prepirineo y Pirineo recogen su mayor superficie. El Berguedà, el Alt Urgell, el Ripollès, la Alta Ribagorça, el Montsià y el Pallars Sobirà son las comarcas donde hay más presencia de esta especie. El pino albar es mucho más abundante en las orientaciones norte, siendo la especie que vive en un gradiente altitudinal más grande, aunque es más abundante desde los 800 m.s.n.m hasta los 1.600 m.s.n.m. (Burriel y col., 2000-2004).



Su madera es considerada de buenas características tecnológicas, presentando troncos largos, rectos, con pocos nudos, madera semipesada, semidura y muy fácil de trabajar, propiedades que han hecho que sea uno de los pinos más apreciados. Se utiliza en construcción, ebanistería, carpintería y los troncos de menor tamaño para postes de vallas (RTI), etc. una vez tratados con protectores con autoclave.

La diversidad de especies de setas asociadas al pino albar es elevada, recogiendo más de 400 especies en la literatura. Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Suillus variegatus*, *S. luteus*, *Lactarius deliciosus*, *L. sanguifluus*, *L. vinosus*, *L. semisanguifluus*, *Hydnum repandum*, *Hygrophorus latitabundus*, *H. agathosmus*, *Tricholoma terreum*, *T. portentosum*, *Cantharellus lutescens*, *C. cibarius*, *Boletus pinophilus*, *B. edulis*, *Hygrophorus russula* y *Macrolepiota procera* (Tabla 3). La relación de especies de hongos micorrícicos observadas por el CTFC (54%) es superior al de sapróbios (17%), mientras que el 29% restante se trata de especies cuya estrategia a la hora de obtener el alimento quedan en una posición intermedia o no clarificada.

Tabla 3: Las 25 especies de setas más productivas en los pinares de pino albar y su comestibilidad, de un total de 411 especies identificadas en 14 años de inventarios realizados en parcelas permanentes del Pirineo, Prepirineo, Cataluña Central y Tarragona por el CTFC.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Producción estimada (kg ha ⁻¹)	Comestibilidad
<i>Suillus variegatus</i> (Swartz) Rich. & Roze.	Boleto variegado / Mataparent clapat	5,23	M
<i>Tricholoma fracticum</i> (Batsch) Kreisel	- / Escarlet d'ovella	4,60	C
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) S. F. Gray	Níscalo / Pinetell	4,51	M
<i>Suillus luteus</i> (L.) Roussel.	Boleto viscoso anillado / Pinetell de calceta	2,99	M
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr.	Lactario aterciopelado / Tarrandós	2,77	C
<i>Hydnum repandum</i> L.	Lengua de gato / Agulletes	2,49	M
<i>Russula torulosa</i> Bres.	- / -	2,15	NC
<i>Russula sanguinea</i> (Bull. ex St. Amans) Fr.	Rúsula sanguínea / Marieta	2,05	NC
<i>Tricholoma portentosum</i> (Fr.) Qué.	Capuchina / Fredolic llenegat	2,00	M
<i>Lactarius chrysorrheus</i> Fr.	Lactario de leche dorada / Lleterola de llet groga	1,54	C
<i>Hygrophorus latitabundus</i> Britz.	Babosa / Llenega	1,45	M
<i>Hebeloma sinapizans</i> (Paul.) Gill.	Hebeloma rábano / -	1,31	NC
<i>Hydnellum ferrugineum</i> (Fr.:Fr.) P. Karst.	- / Bolet de soca rovellat	1,28	NC
<i>Tricholoma terreum</i> (Sch.) Kumm.	Ratón / Fredolic	1,23	M
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Sch.) Miller	Gonfidio reluciente / Cama de perdiu	1,14	C
<i>Phellodon niger</i> (Fr.) P. Karst.	Hidno negro / Picornell negre	0,97	NC
<i>Lactarius sanguifluus</i> (Paul.) Fr.	Nízcalo / Esclata-sang	0,92	M
<i>Suillus collinitus</i> (Fr.) Kuntze	- / Mollerlic	0,91	C
<i>Hebeloma edurum</i> Métrod ex M. Bon	- / Carlet de pi	0,82	NC
<i>Leucopaxillus gentianeus</i> (Qué.) Kotl.	- / -	0,82	NC
<i>Russula albonigra</i> (Krombh.) Fr.	- / Carboner	0,79	C
<i>Cantharellus lutescens</i> Fr.	Rebozuelo amarillo / Camagroc	0,78	M
<i>Boletus pinophilus</i> Pil. & Derm.	Boleto rojizo / Cep vermellós	0,68	M
<i>Tricholoma virgatum</i> (Fr.) Kumm.	Tricoloma rayado / Fredolic bord picant	0,63	NC
<i>Tricholoma imbricatum</i> (Fr.) Kumm.	Tricoloma imbricado / -	0,52	C

La columna Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que

la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

La producción anual de setas es muy variable y está estrechamente ligada a la climatología, especialmente a la cantidad de precipitación durante los meses de agosto, setiembre y octubre y a la presencia o ausencia de viento. Teniendo presente que existe una alta variabilidad en las precipitaciones anuales durante el verano e invierno, se estima que los pinares de pino albar producen anualmente una media de 85 kg ha⁻¹ con un intervalo de 56-113 kg ha⁻¹ (Fig. 6). El 28% del total de peso fresco son especies consideradas no comestibles, el 35% especies que se comercializan y un 36% especies comestibles con escasos valores culinarios y/o frágiles para ser transportadas (ejem. *Coprinus comatus* - seta de tinta).

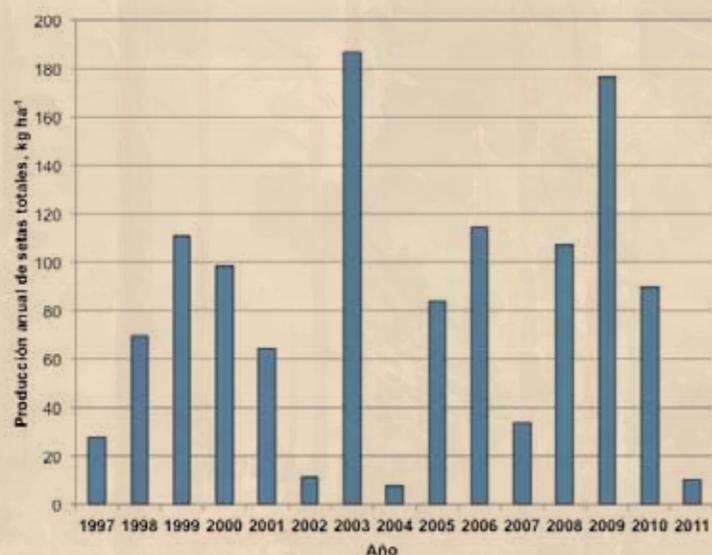


Figura 6: Producción anual de setas en pinares de pino albar de Cataluña. Datos obtenidos a través de inventarios micológicos realizados en parcelas permanentes en el otoño. Fuente CTFC.

Pinus nigra.- El pino laricio es la cuarta especie más abundante en Cataluña representando el 12% de la superficie boscosa de Cataluña, con cerca de 141.000 ha. Se distribuye principalmente en la Cataluña central (400 m.s.n.m) y Prepirineo (1.200 m.s.n.m), aunque podemos encontrarlo también en algunas sierras de la provincia de Tarragona (Burriel y col., 2000-2004).



Su madera tiene buena calidad tecnológica, troncos largos, rectos, con escasa conicidad y con buena resistencia y durabilidad. En la actualidad, los postes de madera de laricio utilizados en las líneas telefónicas y tendidos eléctricos están siendo sustituidos por postes de hormigón o metal, provocando una importante pérdida de su valor comercial.

La diversidad de especies de setas observadas por el CTFC en los pinares de pino laricio es de unas 300 especies aproximadamente, superior a la de pino carrasco, pero ligeramente inferior a los pinares de pino albar. Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Lactarius deliciosus*, *L. sanguifluus*, *L. semisanguifluus*, *Hygrophorus latitabundus*, *Suillus luteus*, *Cantharellus lutescens*, *Hydnum repandum*, *Tricholoma terreum* y *Macrolepiota procera* (Tabla 4). La relación de especies de hongos micorrícicos (53%) es superior al de sapróbios (18%), mientras que el 29% restante se trata de especies cuya estrategia a la hora de obtener el alimento quedan en una posición intermedia o no clarificada.

Tabla 4: Las 25 especies de setas más productivas en los pinares de pino laricio y su comestibilidad, de un total de 297 especies identificadas en 14 años de inventarios realizados en parcelas permanentes del Prepirineo y Cataluña Central por el CTFC.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Producción estimada (kg ha ⁻¹)	Comestibilidad
<i>Tricholoma fracticum</i> (Batsch) Kreisel	- / Escarlet d'ovella	8,30	C
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Sch.) Miller	Gonfidio reluciente / Cama de perdiu	5,96	C
<i>Suillus collinitus</i> (Fr.) Kuntze	- / Molleriac	5,48	C
<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel.	Boleto granulado / Bolet de bou	5,04	C
<i>Hebeloma sinapizans</i> (Paul.) Gill.	Hebeloma rábano / -	4,73	NC
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) S. F. Gray	Níscalo / Pinetell	3,33	M
<i>Hygrophorus latitabundus</i> Britz.	Babosa / Llenega	3,20	M
<i>Suillus luteus</i> (L.) Roussel.	Boleto viscoso anillado / Pinetell de calceta	2,38	M
<i>Cantharellus lutescens</i> Fr.	Rebozuelo amarillo / Camagroc	1,73	M
<i>Hydnum repandum</i> L.	Lengua de gato / Agulletes	1,72	M
<i>Amanita ovoidea</i> (Bull.) Link.	Amanita ovoide / Farinera	1,52	C
<i>Paxillus atrotomentosus</i> (Batsch) Fr.	Paxilo de pie negro / -	1,30	NC
<i>Russula sanguinea</i> (Bull. ex St.Amans) Fr.	Rúsula sanguínea / Marieta	1,00	NC
<i>Tricholoma terreum</i> (Sch.) Kumm.	Ratón / Fredolic	0,95	M
<i>Russula torulosa</i> Bres.	- / -	0,77	NC
<i>Geastrum sessile</i> (Sow.) Pouz.	Estrella de tierra / Estrelleta petita	0,68	NC
<i>Cortinarius infractus</i> (Pers.) Fr.	- / -	0,59	NC
<i>Chroogomphus helveticus</i> (Sing.) Moser.	- / Cama de perdiu	0,58	C
<i>Cortinarius epsomiensis</i> Orton	- / -	0,56	NC
<i>Tricholoma caligatum</i> (Viv.) Ricken.	- / Moreu	0,55	C
<i>Tricholoma focale</i> (Fr.) Ricken.	- / -	0,55	NC
<i>Suillus variegatus</i> (Swartz) Rich. & Roze.	Boleto variegado / Mataparent clapat	0,51	C
<i>Russula albonigra</i> (Krombh.) Fr.	- / Carboner	0,51	C
<i>Hygrophorus agathosmus</i> (Fr.) Fr.	Higróforo de olor agradable / Mocosa perfumada	0,49	M
<i>Russula queletii</i> Fr.	Rúsula de Quélet / -	0,48	NC

La columna Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

La producción anual de setas es muy variable y al igual que en todas las especies de pinos, está ligada a la climatología. Las lluvias de septiembre, octubre y noviembre, las temperaturas mínimas de agosto y la presencia o ausencia de viento, condicionan en gran medida la producción. Se estima que los pinares de pino laricio producen anualmente una media de 51 kg ha⁻¹ de setas, con un intervalo de 30-72 kg ha⁻¹ (Fig. 7). El 27% del total de peso fresco son especies consideradas no comestibles, el 23% especies comercializada y un 50% especies comestibles con escaso valor culinario y/o frágiles para ser transportadas.

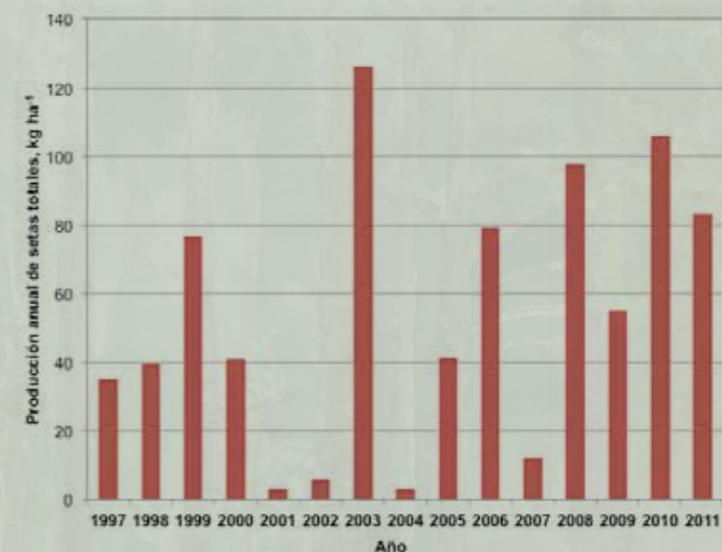


Figura 7: Producción anual de setas en pinares de pino laricio de Cataluña. Datos obtenidos a través de inventarios micológicos realizados en parcelas permanentes en el otoño. Fuente CTFC.

Pinus pinaster.- Los pinares de pino marítimo representan el 1,2% de la superficie boscosa de Cataluña, con cerca de 14.000 ha. Es una especie característica de las comarcas de Girona y especialmente de la comarca de la Selva, que concentra más del 41% del total de la superficie de pino marítimo (Burriel y col., 2000-2004).



El pino marítimo es una especie propia del mediterráneo. Su madera tiene falta de rectitud pero es altamente resistente a la podredumbre y ha servido, entre otras aplicaciones, como material para la construcción de rodesnos y ruedas motoras de los molinos hidráulicos, sometidas a las fuertes presiones mecánicas y acciones biológicas del agua. Por su alto contenido en resina, su madera es poco usada en ebanistería, por lo que es más usada para la fabricación de papel. Especie muy resinosa de la cual se recogen los exudados para la fabricación de trementina y colofonia.

Los pinares de pino marítimo, son huéspedes de numerosas especies de hongos. En tan solo 3 años de inventarios micológicos realizados por el CTFC en una masa relicta de *P. pinaster* en Prades (Tarragona) se han identificado 172 especies. Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Lactarius deliciosus*, *L. vinosus*, *L. sanguifluus*, *Macrolepiota procera*, *Suillus luteus*, *Tricholoma terreum* y *T. equestre* (especie que en la actualidad está prohibida su comercialización) (Tabla 5). La relación de especies de hongos micorrízicos (44%) es superior al de sapróbios (17%), mientras que el 39% restante se trata de especies cuya estrategia a la hora de obtener el alimento quedan en una posición intermedia o no clarificada.

Tabla 5: Las 25 especies de setas más productivas en los pinares de pino marítimo y su comestibilidad, de un total de 172 especies identificadas en 3 años de inventarios realizados en parcelas permanentes de Tarragona por el CTFC.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Producción estimada (kg ha ⁻¹)	Comestibilidad
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) S. F. Gray	Níscalo / Pinetell	18,27	M
<i>Lactarius vinosus</i> Quél	Níscalo de sangre vinosa / Rovelló	16,79	M
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr.	Lactario aterciopelado / Tarrandós	16,29	C
<i>Suillus granulatus</i> (L.) Roussel.	Boleto granulado / Bolet de bou	10,85	C
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Sing.	Apagador / Apagallums	7,66	M
<i>Chroogomphus rutilus</i> (Sch.) Miller	Gonfidio reluciente / Cama de perdiu	3,22	C
<i>Lactarius sanguifluus</i> var <i>violaceos</i>	Níscalo de sangre vinosa / Rovelló	3,20	M
<i>Russula delicata</i> Fr.	Rúsula blanca / Pebràs	2,74	C
<i>Tricholoma terreum</i> (Sch.) Kumm.	Ratón / Fredolic	2,33	M
<i>Russula chloroides</i> (Kromb.) Bres.	- / -	2,14	C
<i>Tricholoma fracticum</i> (Batsch) Kreisel	- / Escarlet d'ovella	0,91	C
<i>Cortinarius calochrous</i> (Pers.) Fr.	- / -	0,83	NC
<i>Mycena seynii</i> Quél.	Micena de las piñas / -	0,82	NC
<i>Agaricus silvicola</i> (Vitt.) Sacc.	Champiñón anisado / Bola de neu anisada	0,78	C
<i>Leucopaxillus gentianeus</i> (Quél.) Kotl.	- / -	0,74	NC
<i>Inocybe geophylla</i> var. <i>lilacina</i> (Peck) Gill.	Inocibe de láminas color de tierra / -	0,53	NC
<i>Collybia butyracea</i> (Bull.) Kumm.	Colibia butirácea / -	0,53	C
<i>Suillus bellinii</i> (Inz.) Kuntze.	- / Mollerlic moixí	0,45	C
<i>Agaricus silvaticus</i> Sch.	Agárico de los bosques / Rovellol de bosc	0,39	C
<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	Cuesco de lobo perlado / Pet de llop perlat	0,35	C
<i>Russula albonigra</i> (Krombh.) Fr.	- / Carboner	0,32	C
<i>Lactarius semisanguifluus</i> Heim & Lecl.	Nízcalo / Rovelló	0,32	M
<i>Russula torulosa</i> Bres.	- / -	0,30	NC
<i>Tricholoma atrosquamosum</i> (Chev.) Sacc.	- / -	0,29	C
<i>Mycena leucogala</i> (Cooke) Sacc.	- / -	0,29	C

La columna Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

La producción anual de setas en estos pinares es más variable debido a la gran heterogeneidad de las precipitaciones en los meses de octubre, noviembre y diciembre y a la habitual presencia del viento. Se estima, acorde con las observaciones del CTFC en Tarragona, que los pinares de pino marítimo pueden producir anualmente una media de 98 kg ha⁻¹ de setas, con un intervalo de 62-124 kg ha⁻¹ (Fig. 8). El 7% del total de peso fresco son especies consideradas no comestibles, el 49% especies comercializada y un 44% especies comestibles con escasos valores culinarios y/o frágiles para ser transportadas.

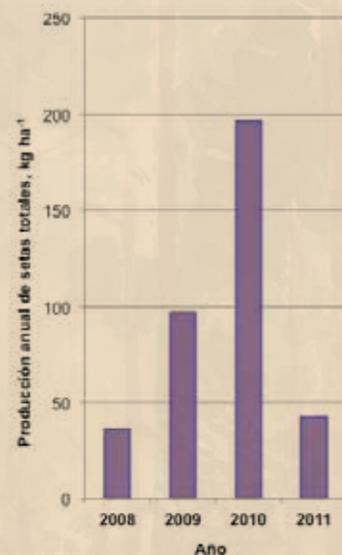


Figura 8: Producción anual de setas en pinares de pino marítimo de Cataluña. Datos obtenidos a través de inventarios micológicos realizados en parcelas permanentes en masas de Prades (Tarragona) en el otoño. Fuente CTFC.

***Pinus uncinata*.**- Los pinares de pino negro representan el 5% de la superficie boscosa de Cataluña, con cerca de 55.000 ha. Su distribución está concentrada en el Pirineo y Prepirineo, a partir de los 1.200 m.s.n.m siendo una especie dominante entre los 1.800 y los 2.400 m.s.n.m. (Burriel y col., 2000-2004).



Foto: Rosa García



Se trata de una madera blanda, de densidad mediana, compacta, suave, de grano fino, con una gran calidad, superior a la del pino albar. Es fácil de trabajar por lo cual es apreciada para tornería y para objetos que requieran pulimento. Se utiliza en construcción, ebanistería, para postes de teléfono y electricidad (cada vez menos utilizada debido a la sustitución por postes de hormigón o metálicos) y carpintería. Muy buena para construir tableros y para cajas de resonancia de guitarras.

En los pinares de pino negro, a diferencia de lo que sucede en otras especies de pinos, los conocimientos sobre diversidad y producción de setas son limitados a consecuencia de la falta de estudios realizados en estos pinares. Esta limitación obliga a ser prudentes, tanto a la hora de escribir esta sección del manual, como a la hora de utilizarla como consulta.

La diversidad de setas asociada a los pinares de pino negro es aparentemente menor a la que podemos encontrar en los pinares de *P. sylvestris*, *P. pinaster* o *P. nigra*, aunque no se dispone de datos para contrastarlo.

Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Boletus edulis*, *B. pinophilus*, *Lactarius sanguifluus*, *Cantharellus cibarius*, *Suillus luteus* y *Tricholoma portentosum* (Tabla 6).

Tabla 6: Especies de setas más frecuentes en los pinares de pino negro y su comestibilidad.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Comestibilidad
<i>Amanita muscaria</i>	Matamoscas / Reig bord	NC (tóxica alucinógena)
<i>Boletus edulis</i>	Hongo / Cep	M
<i>B. pinophilus</i>	Hongo rojo / Sureny	M
<i>Cantharellus cibarius</i>	Rebozuelo / Rossinyol	M
<i>Chroogomphus rutilans</i>	- / Cama de perdiu	C
<i>Hygrophous latitabundus</i>	Babosa / Llenega	M
<i>Lactarius deliciosus</i>	Nízcalo / Pinetell	M
<i>L. sanguifluus</i>	Nízcalo / Esclata-sang	M
<i>Suillus luteus</i>	Boleto viscoso / Pinetell de calceta	M
<i>S. variegatus</i>	Boleto variegado / Mataparent	C
<i>Tricholoma portentosum</i>	Capuchina / Fredolic gros	M

La columna Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

La producción anual de setas es quizás menos variable a consecuencia de la altitud a la que se encuentra esta especie de pino. Sin embargo, la producción depende de la cantidad de precipitación acaecida durante la primavera, finales de verano y principios de otoño, así como la presencia o ausencia de viento y de la orientación y pendiente del terreno. Las temperaturas mínimas de los meses de otoño, principalmente heladas y nevadas tempranas, marcarán en gran medida el final de la temporada y, por lo tanto, la mayor o menor productividad de setas en estos pinares. Se estima una producción media anual teórica de setas de entre 40 y 80 kg ha⁻¹, obtenidas mediante modelos matemáticos.

Abies alba.- Los abetos son una especie rara, representando únicamente el 1,2% de la superficie boscosa de Cataluña, con cerca de 13.400 ha (Burriel y col., 2000-2004). Se distribuye en el Pirineo especialmente en las comarcas de la Vall de Aran, Pallars Sobirà y el Alt Urgell, entre los 1.400 y 2.000 m.s.n.m.



La madera del abeto es de color claro, ligera, sin resina, con gran resistencia y fácil de trabajar, lo que le hace ser muy valorada y apta para gran variedad de usos. Se utiliza para fabricar cajas de violines, pianos, tapas superiores de guitarras; empleándose en revestimientos, carpintería, ebanistería, cubiertas, postes, laminados de madera, etc.

La diversidad de especies asociada a los abetales es similar a la registrada en los pinares de pino negro. Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Lactarius salmonicolor*, *Cantharellus cibarius*, *Boletus edulis*, *B. pinophilus* y *Suillus luteus*. Las setas más características de estos bosques de coníferas además de las anteriormente mencionadas son: *Russula xerampelina*, *R. integra*, *Tricholoma pardinum*, *Amanita muscaria* o *Morchella purpurascens*, entre otras (Tabla 7).

Tabla 7: Especies de setas más frecuentes en los abetales y su comestibilidad.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Comestibilidad
<i>Amanita muscaria</i>	Matamoscas / Reig bord	NC (tóxica alucinógena)
<i>Boletus edulis</i>	Hongo / Cep	M
<i>B. pinophilus</i>	Hongo rojo / Sureny	M
<i>Caloscypha fulgens</i>	- / -	NC
<i>Cantharellus cibarius</i>	Rebozuelo / Rossinyol	M
<i>Lactarius salmonicolor</i>	- / Pinetell d'aveseta	M
<i>Morchella purpurascens</i>	Colmenilla / Murgula	C (necesita cocción)
<i>Russula xerampelina</i>	Rúsula color hoja seca / Crualga vinosa	NC
<i>R. integra</i>	- / -	NC
<i>Suillus luteus</i>	Boleto viscoso / Pinetell de calceta	M
<i>Tricholoma pardinum</i>	- / Fredolic bord	NC (tóxica)

La columna Comestibilidad se clasifica en: M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

La producción anual de setas en los abetales depende de la climatología de los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, principalmente de la cantidad de agua, temperatura del viento, así como, de la orientación y pendiente del terreno. Las temperaturas mínimas de los meses de otoño, principalmente heladas y nevadas tempranas, marcarán en gran medida el final de la temporada y, por lo tanto, la mayor o menor productividad de setas en estos abetales. Por desgracias los conocimientos sobre diversidad y producción de setas son limitados a consecuencia de la falta de estudios de productividad realizados en estos bosques. Esta limitación obliga a ser prudentes, tanto a la hora de escribir esta sección del manual, como a la hora de utilizarla como consulta. Dicho esto, se estima una producción media anual de setas de entre 60 y 85 kg ha⁻¹, siendo estas producciones teóricas.

II.1.1.2. Planifolios.-

Los planifolios con cerca de 420.000 ha representan el 37% del territorio forestal arbolado en Cataluña (Burriel y col., 2000-2004). Las especies de planifolios más representativas son:

- Encinares y carrascales
- Robledales
- *Castanea sativa*
- *Fagus sylvatica*

Encinares y carrascales.- La encina (*Quercus ilex*) y la carrasca (*Q. rotundifolia*) son en conjunto la tercera comunidad arbórea más abundante en Cataluña, con más de 185.000 ha y un 16% de la superficie de bosques de Cataluña. Se distribuyen por todo el territorio catalán, desde el litoral (0 m.s.n.m) y prelitoral hasta la sierra prepirenaica (1.800 m.s.n.m). El interés humano por su madera durante décadas ha supuesto que en la actualidad sean los bosques más antropizados de Europa (Burriel y col., 2000-2004).



La madera es muy dura e imputrescible, aunque difícil de trabajar, por lo que se emplea para fabricar piezas que tengan que soportar gran rozamiento, como en carros, arados, parquetes, herramientas, etc., así como en pequeñas obras hidráulicas y en la construcción como pilares o vigas. Además resulta una excelente leña para quemar y para hacer carbón vegetal. Leña y carbón de encina constituían hasta el primer tercio del siglo XX los principales combustibles domésticos en amplias zonas de España.

Los encinares son huéspedes de numerosas especies de hongos en los que fácilmente se pueden diferenciar más de 300 especies de setas (Diputació de Barcelona, 2009), aunque de momento en los estudios realizados por el CTFC se han identificado 114 especies en 3 años de inventarios micológicos. Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Amanita caesarea*, *Lactarius deliciosus*, *Boletus aereus*, *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopiodes*, *Hygrophorus russula*, *Tuber melanosporum*, *T. aestivum*, *T. brumale* y *Macrolepiota procera*. Además de estas especies se pueden encontrar setas de una gran toxicidad como son: *Amanita phalloides*, *A. pantherina*, *Omphalotus olearius*, entre otras (Tabla 8). La relación de especies de hongos micorrícicos (58%) es superior al de sapróbios (11%), mientras que el 31% restante se trata de especies cuya estrategia a la hora de obtener el alimento quedan en una posición intermedia o no clarificada.

Tabla 8: Las 25 especies más productivas en los encinares y carrascales y su comestibilidad, de un total de 114 especies identificadas en 3 años de inventarios realizados en parcelas permanentes de la cordillera prelitoral catalana.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Producción estimada (kg ha ⁻¹)	Comestibilidad
<i>Russula chloroides</i> (Kromb.) Bres.	- / -	2,80	C
<i>Boletus pulverulentus</i> Opat.	Boleto pulverulento / -	1,76	NC
<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) S. F. Gray	Nízcalo / Pinetell	1,49	M
<i>Cortinarius amoenolens</i> Henry ex Orton	- / -	1,45	NC
<i>Boletus impolitus</i> Fr.	- / -	1,29	C
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Sing.	Apagador / Apagallums	1,04	M
<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr.	Lactario aterciopelado / Tarrandós	0,84	C
<i>Russula romellii</i> R. Maire	- / -	0,82	C
<i>Russula foetens</i> Pers.	Rúsula fétida / Cualbra pudent	0,75	NC
<i>Suillus luteus</i> (L.) Roussel.	Boleto viscoso / Pinetell de calceta	0,71	M
<i>Boletus radicans</i> Pers.	Boleto blanquecino / -	0,71	NC
<i>Boletus appendiculatus</i> Sch. Al.	- / -	0,69	C
<i>Cortinarius caninus</i> (Fr.) Fr.	Cortinario de los perros / -	0,65	NC
<i>Coprinus picaceus</i> (Bull.) S.F. Gray.	Coprino blanco y negro / Bolet de femer blanc i negre	0,64	NC
<i>Russula delicata</i> Fr.	Rúsula blanca / Pebràs	0,63	C
<i>Cortinarius sulphurinus</i> Qué.	- / -	0,40	NC
<i>Cortinarius odorifer</i> Britz.	- / -	0,40	NC
<i>Leucopaxillus gentianeus</i> (Qué.) Kotl.	- / -	0,38	NC
<i>Russula xerampelina</i> (Sch.) Fr.	Rúsula color hoja seca / Cualga vinosa	0,38	C
<i>Cortinarius elegantior</i> (Fr.) Fr.	- / -	0,36	NC
<i>Ganoderma lucidum</i> (Leys) P. Karst.	Pipa / Pipa	0,34	M
<i>Cortinarius subfulgens</i> Orton	- / -	0,33	NC
<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh	Amanita pantera / Pixacà	0,32	NC
<i>Cortinarius trivialis</i> Lge.	- / -	0,32	NC
<i>Cortinarius infractus</i> (Pers.) Fr.	- / -	0,32	NC

Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

Las producciones de setas son muy variables a lo largo de los años, condicionadas principalmente por las lluvias del otoño e invierno. Estudios recientes realizados en encinares, ponen de manifiesto esta gran variabilidad anual, estimándose producciones medias anuales de 25 kg ha⁻¹, con una variabilidad de 12-38 kg ha⁻¹ (Fig. 9). En años secos, las producciones no superan los 2 kg ha⁻¹, mientras que en años excepcionalmente húmedos, las producciones pueden superar los 60 kg ha⁻¹, siendo estas últimas producciones menos habituales en el ámbito mediterráneo (datos propios del CTFC 2011).

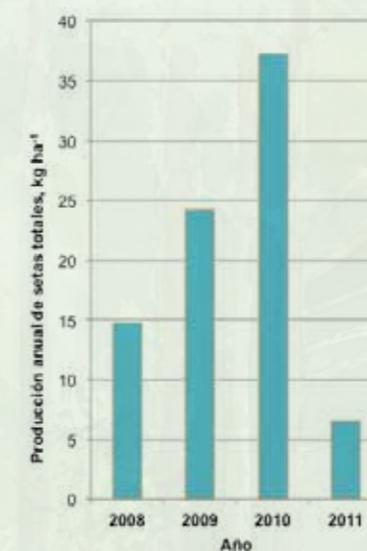


Figura 9: Producción anual de setas en encinar de Cataluña. Datos obtenidos a través de inventarios micológicos realizados en parcelas permanentes en el otoño. Fuente CTFC.

En nuestros inventarios, el 46% del total de peso fresco son especies consideradas no comestibles, el 15% especies comercializada y un 39% especies comestibles con escaso valor culinario y/o frágiles para ser transportadas.

Robledales.- Incluyen diversas especies, entre ellas *Quercus humilis*, *Q. faginea*, *Q. canariensis* y *Q. robur* y numerosas hibridaciones. En Cataluña hay cerca de 75.000 ha que representan el 7% de la superficie de bosques de Cataluña. Se distribuyen por la comarcas centrales, Alt Pirineu, Vall de Aran, comarcas gerundenses, desde el litoral (0 m.s.n.m) hasta los 1.600 m.s.n.m, siendo más abundantes entre los 600 y 1.200 m.s.n.m (Burriel y col., 2000-2004).



La madera es muy dura, pesada y muy resistente a la pudrición. Ésta madera ha sido tradicionalmente muy apreciada como madera de construcción, de industria y trabajo, siendo antaño la principal madera de ebanistería, carpintería y construcción. Además, por su resistencia a la humedad y a la inmersión permanente o interiormente es el típico material básico para construcción naval. Por su resistencia a la intemperie, golpes y vibraciones se ha utilizado mucho en traviesas de ferrocarril, siendo la madera de las duelas de las mejores cubas y toneles, contribuyendo al sabor y calidad de los buenos vinos. El roble da una leña muy buena, que se utilizaba en la economía doméstica y en la industria.

La diversidad de especies de setas asociadas a los robledales es similar a la registrada en encinares. Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Boletus aereus*, *B. aestivalis*, *B. erythropus*, *Cantharellus cibarius*, *Hygrophorus russula*, *Amanita caesarea*, *Russula cyanoxantha* y *Tuber spp.* Las setas más características de estos bosques, además de las anteriormente mencionadas, son: *Amanita phalloides*, *Boletus satanas*, *Lactarius chrysorrheus*, *L. piperatus*, *Russula aurea*, entre otras (Tabla 9).

Tabla 9: Especies de setas más frecuentes en los robledales y su comestibilidad.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Comestibilidad
<i>Amanita caesarea</i>	Oronja / Ou de reig	M
<i>A. phalloides</i>	Oronja verde / Farinera borda	NC (tóxica mortal)
<i>Boletus aereus</i>	Boleto bronceado / Sureny fosc	M
<i>B. aestivalis</i>	Boleto reticulado de verano / Sureny	M
<i>B. erythropus</i>	Pie rojo / Mataperent de peu vermell	M
<i>B. satanas</i>	Boleto Satanás / Matagent	NC (tóxica)
<i>Cantharellus cibarius</i>	Rebozuelo / Rossinyol	M
<i>Hydnum repandum</i>	Lengua de gato / Agulletes	M
<i>Hygrophorus russula</i>	Higróforo escarlata / Escarlet	M
<i>Lactarius chrysorrheus</i>	Lactario de leche dorada / Lleterola de llet groga	NC
<i>L. piperatus</i>	Pebraza / Pebràs lleter	NC
<i>L. zonarius</i>	Lactario zonado / -	NC
<i>Lycoperdon echintum</i>	Bejín erizado / Pet de llop d'agulletes	NC
<i>Russula aurea</i>	Rúsula de láminas doradas / Puagra retgera	NC
<i>R. cyanoxantha</i>	Carbonera / Llorà	M
<i>R. virescens</i>	Gorro verde / Llorà verda	C
<i>Tricholoma columbetta</i>	Palomita / Llenega blanca	C
<i>Tuber brumale</i>	Trufa de otoño / Tòfona Magenca	M
<i>T. melanosporum</i>	Trufa negra / Tòfona negra	M
<i>T. uncinatum</i>	Trufa grabada / Tòfona gravada	M

La columna Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

La producción anual de setas en los robledales comienza en mayo aunque las mayores producciones se producen entre octubre y noviembre, coincidiendo con la caída de las hojas. Los conocimientos sobre diversidad y producción de setas son limitados a consecuencia de la falta de estudios de productividad realizados en estos bosques. Dicho esto, se estima una producción media anual de setas de entre 30 y 70 kg ha⁻¹, siendo estas producciones teóricas.

Castanea sativa.- Los castaños ocupan cerca de 12.200 ha que representan el 1,5% de la superficie de bosques de Cataluña. Se distribuyen principalmente en las comarcas de la Selva y Osona, pero se encuentra también en las comarcas gerundenses, al Vallès Oriental, al Maresme y en las montañas de Prades. Los castaños se encuentran básicamente en las orientaciones norte con fuertes pendientes entre los 600 y los 1.000 m.s.n.m (Burriel y col., 2000-2004).



Foto: Carles Castaño



La madera de castaño destaca por su dureza, resistencia, durabilidad, buena presencia, etc, siendo muy apreciada en la construcción de muebles y carpintería en general. También se utiliza en la construcción de estructuras de madera para naves agrícolas o casas aunque es menos frecuente por su alto coste y la existencia de otros materiales más innovadores. También se ha empleado en tutores para plantas, vigas para decoración y construcción, barriles y vallas, siendo otro de sus usos importantes la producción de castaña.

La diversidad de especies de setas asociada a los castaños es similar a la obtenida para el resto de planifolios, en especial en los robledales. Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Amanita caesarea*, *Boletus pinophilus*, *B. aestivalis*, *B. aereus*, *B. regius*, *Cantharellus cibarius*, *Russula cyanoxantha* y *Suillus luteus*. Además son características de éstos bosques la *Amanita phalloides*, *A. pantherina*, *A. spissa*, *Cortinarius spp.*, *Russula delicata*, *R. virescens*, *R. foetens* o *Tricholoma ustale*, entre otras (Tabla 10).

Tabla 10: Especies de setas más frecuentes en los castaños y su comestibilidad.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Comestibilidad
<i>Amanita caesarea</i>	Oronja / Ou de reig	M
<i>A. phalloides</i>	Oronja verde / Farinera borda	NC (tóxica mortal)
<i>A. pantherina</i>	Amanita pantera / Pixacà	NC (tóxica)
<i>A. spissa</i>	Amanita de pie grueso / Cua de cavall grossa	C
<i>Boletus pinophilus</i>	Hongo rojo / Sureny	M
<i>B. aestivalis</i>	Boleto reticulado de verano / Sureny	M
<i>B. aereus</i>	Boleto bronceado / Sureny fosc	M
<i>B. regius</i>	Boleto real / Mataparent purpuri	C
<i>Cortinarius spp.</i>	- / -	NC
<i>Cantharellus cibarius</i>	Rebozuelo / Rossinyol	M
<i>Lactarius piperatus</i>	Pebraza / Pebràs lleter	NC
<i>Lepista inversa</i>	Clitocibe inverso / Pampeta	C
<i>Russula cyanoxantha</i>	Carbonera / Llorà	M
<i>R. delicata</i>	Rúsula blanca / Pebràs	C
<i>R. foetens</i>	Rúsula fétida / Cualbra pudent	NC
<i>R. vesca</i>	Rúsula comestible / Llorà rosada	C
<i>R. virescens</i>	Gorro verde / Llorà verda	C
<i>Tricholoma ustale</i>	Tricoloma quemado / -	NC

La columna Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

La producción anual de setas en los castaños comienza en septiembre, obteniéndose las mayores producciones en octubre y noviembre, coincidiendo con la caída de las hojas. Los conocimientos sobre diversidad y producción de setas son limitados a consecuencia de la falta de estudios de productividad realizados en estos bosques. Dicho esto, se estima una producción media anual de setas de entre 70 y 90 kg ha⁻¹, siendo estas producciones teóricas.

Fagus sylvatica.- Los hayedos ocupan cerca de 28.700 ha que representan el 2,5% de la superficie de bosques de Cataluña. El haya es una especie rara en Cataluña encontrándose en el Ripollès, la Garrotxa, Osona, la Vall d'Aran, el Berguedà e incluso pequeños bosques en el Alt Empordà, el Montseny, Solsonès y el macizo de los Ports. Los hayedos tienen una fuerte preferencia por las orientaciones norte y son especialmente abundantes entre los 800 y los 1.600 m.s.n.m. (Burriel y col., 2000-2004).



Foto: Área de Gestión Forestal Sostenible del CTFC



La madera de haya es pesada, dura, blanco-amarillenta, que pasa a rojiza con el tiempo. Es usada en tornería, ebanistería y carpintería, en especial, para los elementos torneados de uso doméstico, como enseres de cocina, mangos de herramientas y cepillos, formando un entarimado doméstico muy duradero. También es empleada en la preparación de carbón vegetal, siendo utilizada en medicina.

Los hayedos son uno de los ecosistemas más ricos en hongos. Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Boletus aereus*, *B. edulis*, *B. aestivalis*, *Clitocybe geotropa*, *Lepista nebularis* (actualmente prohibida su comercialización por resultar tóxica para algunas personas), *Cantharellus cibarius* y *Cratarellus cornucopioides*. Las setas más características de los hayedos además de las anteriormente mencionadas son: *Laccaria amethystina*, *Tremella mesenterica*, *Amanita rubescens*, *A. muscaria* y *Phallus impudicus*, entre otras (Tabla II).

Tabla II: Especies de setas más frecuentes en los hayedos y su comestibilidad.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Comestibilidad
<i>Albatrellus pes-caprae</i>	- / Sabatera	C
<i>Amanita muscaria</i>	Matamoscas / Reig bord	NC (toxica)
<i>A. rubescens</i>	Oronja vinoso / Cua de cavall	C
<i>A. vaginata</i>	Cucumela / Pentinella	C
<i>Armillaria mellea</i>	Armillaria de color de miel/ Alzinoi	C
<i>Boletus edulis</i>	Hongo / Cep	M
<i>B. aereus</i>	Boleto bronceado / Sureny fosc	M
<i>B. aestivalis</i>	Boleto reticulado de verano / Sureny	M
<i>B. calopus</i>	Pie rojo amargo / Mataparent amarg	C (previa cocción)
<i>Cantharellus cibarius</i>	Rebozuelo / Rossinyol	M
<i>Clitocybe geotropa</i>	Blanquilla / Candela de bruc	C
<i>Cratarellus cornucopioides</i>	Trompeta de los muertos / Trompeta	M
<i>C. cinereus</i>	Trompeta de los muertos cenicienta / Trompeta cendrosa	C
<i>Cortinarius cinnabarinus</i>	Cortinario bermellón / -	NC
<i>Laccaria amethystina</i>	Laccaria amatista / Pimpinella morada petita	C
<i>Lepista nebularis</i>	Pardilla / Bromosa	C
<i>Phallus impudicus</i>	Falo hediondo / Ou del diable	NC
<i>Russula faginea</i>	- / -	NC
<i>Tremella mesenterica</i>	Tremela mesentérica / -	NC

La columna Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

La producción anual de setas en los hayedos comienza en septiembre, dándose las mayores producciones en octubre y noviembre. No obstante, la falta de estudios realizados en estos bosques limitan los conocimientos sobre la productividad de setas. Dicho esto, se estima una producción media anual de setas de entre 60 y 85 kg ha⁻¹, siendo éstas producciones teóricas.

II.1.1.3. Bosques de ribera.-

Los bosques de ribera son formaciones boscosas compuestas por árboles caducifolios y arbustos que dependen de la humedad que aportan los ríos y de un nivel de agua freática elevada y, mas o menos, constante. Predominan el *Ulmus minor* (olmo), *Populus spp.* (chopos), *Fraxinus angustifolia* (fresno), *Salix spp.* (sauces), *Alnus spp.* (aliso) y, como arbustos, *Prunus spinosa* (endrino), *Cornus sanguinea* (cornejo), o *Crataegus monogyna* (espino albar), entre otras muchas especies.

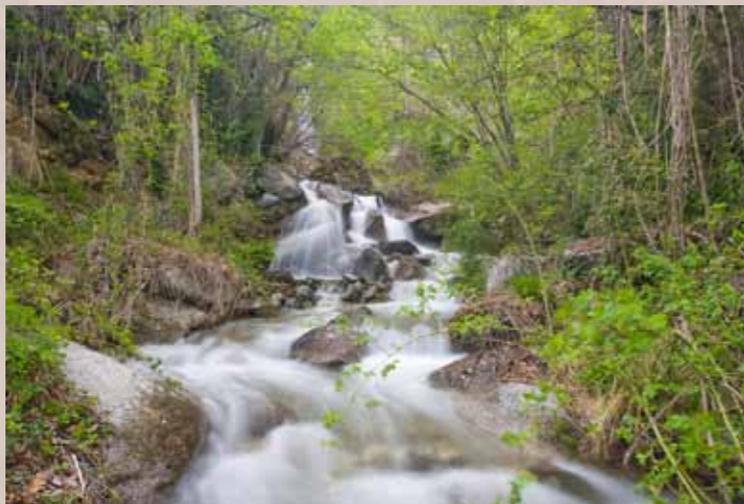


Foto: Carles Santana

La diversidad de hongos en éstos ecosistemas es muy elevada pudiéndose encontrar una gran variedad de especies fúngicas asociadas a troncos muertos o debilitados (lignícolas), en los que fructifican el *Agrocybe aegerita*, *Pleurotus ostreatus* o *P. cornucopiae*, especies comestibles de gran interés. Desde el punto de vista gastronómico, también destacan las colmenillas (*Morchella conica*, *M. esculenta*, *M. elata*) y las helvellas (*Helvella leucopus*, *H. queletii*) que fructifican principalmente en la primavera y que se deben de consumir previa cocción (Tabla 12).

Tabla 12: Especies de setas más frecuentes en los Bosques de ribera y su comestibilidad.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Comestibilidad
<i>Agrocybe aegerita</i>	Seta de chopo / Pollancró	C
<i>Amanita vaginata</i>	Cucumela / Pentinella	C (Tóxica en crudo)
<i>Armillaria mellea</i>	Armillaria de color de miel/ Alzinoi	C
<i>Auriculariopsis ampla</i>	- / -	NC
<i>Coprinus micaceus</i>	Coprino micáceo / Bolet de femer micaci	NC
<i>C. truncorum</i>	- / -	NC
<i>Fomes fomentarius</i>	Casco de caballo / Bolet d'esca	NC (Medicinal)
<i>Helvella leucopus</i>	Orejetas / Helvela de peu llis	C
<i>H. queletii</i>	- / -	C
<i>Lactarius lilacinus</i>	- / -	NC
<i>L. controversus</i>	- / Pebràs lleter de riberada	NC
<i>Leccinum aurantiacum</i>	- / -	C
<i>Morchella conica</i>	Colmenillas / Múrgoles	M
<i>M. esculenta</i>	Colmenillas / Múrgoles	M
<i>M. elata</i>	Colmenillas / Múrgoles	M
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Seta de chopo / Gírgola	M
<i>Pluteus cervinus</i>	- / -	C
<i>Rhodotus palmatus</i>	- / -	NC
<i>Tricholoma scalpturatum</i>	- / Fredolic farinós	C
<i>Verpa conica</i>	- / -	NC
<i>Volvariella bombycina</i>	Volvaria sedosa / -	C

La columna Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

Las mayores fructificaciones de setas tienen lugar en el otoño, aunque determinadas especies (por ejemplo las colmenillas) fructifican en mayor cantidad en primavera (abril-mayo). La estimación de la producción es difícil de conocer puesto que no se cuentan con estudios de productividad realizados en estos ecosistemas.

II.1.1.4. Prados y pastos.-

Los prados y pastos con cerca de 128.500 ha representan el 6,5 % del territorio forestal en Cataluña (Burriel y col., 2000-2004). Son comunidades vegetales que sirven de alimento al ganado, cuyo aprovechamiento no finaliza al recolectarse o ser aprovechado por este, sino que continúa durante un periodo indefinido de años. El prado puede tener árboles forestales cuyas copas cubran menos de un 5% de la superficie del suelo o matorral que cubra menos del 20% de la superficie.



Prados de montaña del Alt Pirineu, Lleida

Al tratarse de formaciones herbáceas, los hongos que predominan son los hongos sapróbios, principalmente especies que necesitan suelos muy ricos en materia orgánica o especies coprófilas. Las zonas dedicadas al pasto de ganado suelen ser las más fructíferas, ya que la tierra permanece sin remover durante años, y además el estiércol del ganado nitrifica el suelo, lo que favorece a gran número de hongos. Muchas de las especies que nacen en los prados son además heliófilas (requieren bastante luz solar), lo que hace que sea muy difícil encontrarlas en el bosque (a veces aparecen en los claros). Por la ausencia de obstáculos, los prados son el lugar ideal para observar los corros de brujas, siendo muy llamativos los de *Agaricus campestris* y los de *Marasmius oreades*.



Corro de brujas en la ladera de la montaña.

Foto: Jordi García



Corro de brujas de *Agaricus campestris*.

Foto: Josep Girbal

Las especies más importantes a nivel de comercialización son: *Agaricus arvensis*, *A. campestris*, *Clitocybe geotropa*, *Pleurotus eryngii*, *Calocybe gambosa* y *Marasmius oreades* (Tabla 13).

Tabla 13: Especies de setas más frecuentes en los prados y su comestibilidad.

Nombre científico	Nombre común (cast/cat)	Comestibilidad
<i>Agaricus arvensis</i>	Bola de nieve / Bola de neu	M
<i>A. campestris</i>	Champiñón / Camperol	M
<i>A. xanthodermus</i>	Champiñón amarilleante / Bola de neu pudent	NC (tóxico)
<i>Bovista plumbea</i>	Pedo de zorra / Esclatabufa	C (cuando es joven)
<i>Coprinus comatus</i>	Barbuda / Bolet de tinta	C
<i>Calocybe gambosa</i>	Perretxiko, Seta de S. Jorge / Moixernó	M
<i>Calvatia utriformis</i>	Bejín areolado / Pet de llop gros	C (cuando es joven)
<i>Clitocybe geotropa</i>	Blanquilla / Candela de bruc	M
<i>Entoloma conferendum</i>	- / -	NC (tóxica)
<i>Gastrum campestre</i>	- / -	NC
<i>Langermannia gigantea</i>	Pedo de lobo gigante / Bufa del diable	C (cuando es joven)
<i>Lepista personata</i>	Pie violeta / -	NC (tóxica)
<i>Leucoagaricus spp.</i>	- / -	NC
<i>Macrolepiota mastoidea</i>	- / -	C
<i>M. procera</i>	Apagador / Apagallums	C
<i>Marasmius oreades</i>	Carrerilla / Cama-sec	M
<i>Melanoleuca grammopodia</i>	Seta de caña / -	C
<i>Pleurotus eryngii</i>	Seta de cardo / Girgola de panical	M
<i>Psilocybe semilanceata</i>	- / -	NC (alucinógena)
<i>Vascellum pratense</i>	Bejín de prado / Pet de llop de prat	NC

La columna Comestibilidad, M= especie comercial; C= especie comestible no comercial debido a su escasa calidad o debido a que la especie es muy delicada y fácilmente se deteriora con el transporte; NC= especie no comestible.

La producción anual de setas se concentra principalmente en la primavera, aunque también pueden encontrarse en menor medida en el otoño. La insolación, la temperatura y la presencia de viento dificultan la fructificación, mientras que épocas lluviosas, con poco viento y sin heladas son las adecuadas para su fructificación. La estimación de la producción es difícil de conocer puesto que no se cuentan con estudios de productividad realizados en estos ecosistemas.

II.1.2.- Estimación de la producción y del valor económico de las setas recolectadas por los recolectores en Cataluña.

Cataluña, país de bosques y boletaires, cuenta con aproximadamente 1,2 millones de hectáreas de superficie arbolada y alrededor de 2 millones de personas que acostumbran a ir a buscar setas a los bosques durante el otoño (Ceres, 2008).

La gran cantidad de superficie boscosa permite la fructificación de grandes cantidad de setas todo el año, principalmente durante los meses del otoño y comienzo del invierno. La producción media estimada de setas para los bosques de Cataluña es de 54 kg ha⁻¹ año⁻¹ existiendo una gran variabilidad anual, como puede verse en la Figura 10.

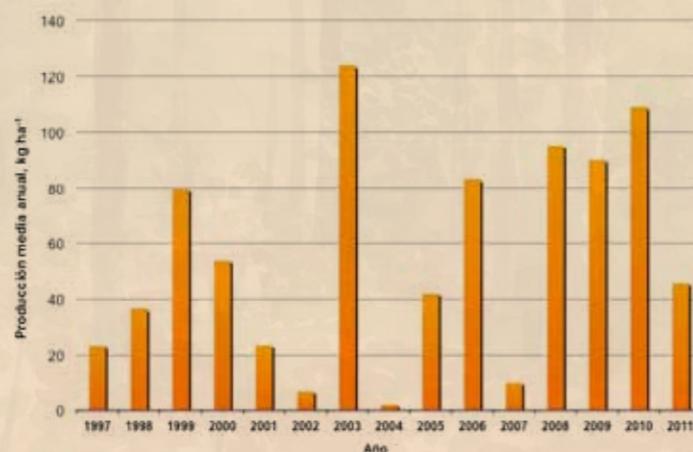


Figura 10: Producción anual de setas estimada en Cataluña. Datos obtenidos a través de inventarios micológicos realizados en parcelas permanentes en el otoño. Fuente CTFC

Estos 44 kg ha⁻¹ año⁻¹ de setas, permitirían obtener una producción potencial anual media de aproximadamente 52.800 t de setas totales, comestibles y no comestibles a nivel de Cataluña, pudiéndose producir hasta 146.400 t anuales en los mejores años. A nivel de producción de setas con interés económico (*Amanita caesarea*, *Lactarius* grupo *deliciosus*, *Boletus* grupo *edulis*, *Cantharellus lutescens* y *C. cibarius*, *Tricholoma terreum* y *T. portentosum*, *Hygrophorus latitabundus* y *H. eburneus*, *Hydnum repandum* y *H. albidum*, *Suillus luteus* y *Craterellus cornucopioides*), se estimaría una producción potencial anual media de 13.200 t.

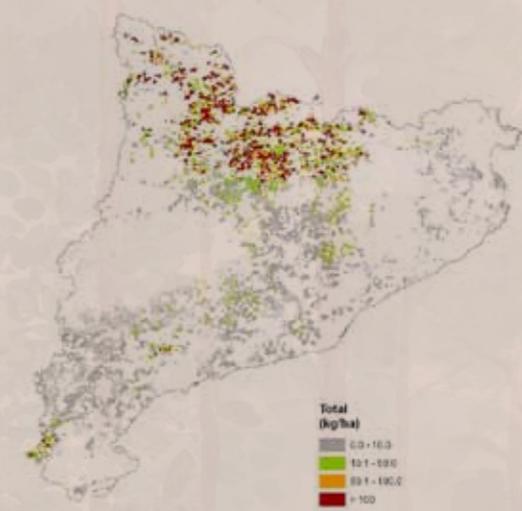
El valor potencial de las setas comerciales, se estima entre 40 y 66 millones de euros (considerándose un precio de venta medio, entre el recolector y comprador, de entre 3 y 5 € kg⁻¹). Cabe señalar que una vez llegadas las setas al mercado su valor aumenta considerablemente, alcanzando los 10-20 € kg⁻¹, precio que variará según la especie y la cantidad de setas que entre en el mercado cada día.

Los 2 millones de boletaires o recolectores aficionados en Cataluña, recogen una parte importante del potencial micológico que producen los bosques. En la comarca del Solsonès (provincia de Lleida), un estudio realizado por el CTFC, revela que los recolectores de setas realizan de media cada otoño 6 salidas micológicas, principalmente en fin de semana y/o día festivo. Estimándose que de media cada recolector no profesional extrae del bosque 2 kg de setas en las 4,4h que de media dedican a esta práctica (Martínez de Aragón y col., 2011). A partir de esta información y suponiendo que la mitad de los 2 millones de boletaires vayan una sola vez al año a recolectar setas, la extracción de setas por parte de los recolectores se estima en aproximadamente 12.000 t de setas anuales, lo que equivale a una extracción del 91% de la producción potencial anual media de setas comerciales.

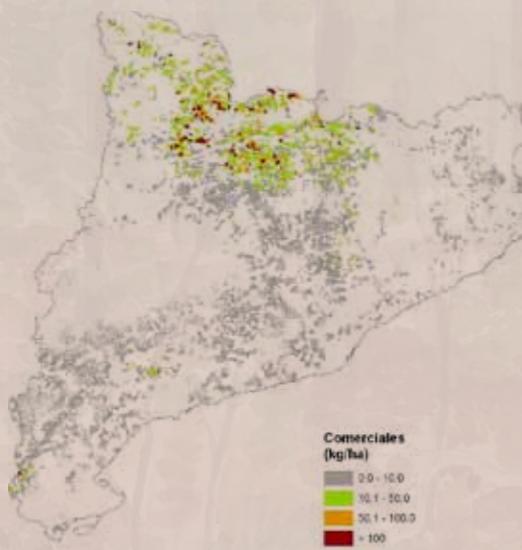
La extracción de 12.000 t de setas de los bosques, por parte de los aficionados, supondría un valor económico de entre 36 y 60 millones de euros anuales, en el caso de llegar a venderse las setas a un precio de entre 3 y 5 € kg⁻¹ y sin tener en cuenta los gastos originados por el recolector (tiempo de recolección y transporte).

II.1.3.- Modelo territorial de producción y aprovechamiento micológico en Cataluña.

El territorio de Cataluña presenta una gran aptitud para la producción y el aprovechamiento micológico, como se ha visto en los apartados anteriores y como puede verse en los siguientes mapas que estiman la productividad total y comercial de Cataluña a partir de los modelos de producción obtenidos por el CTFC en base a la inventariación de parcelas permanentes (Bonet y col., 2010).



Mapa de productividad de setas totales (tanto comestibles como no comestibles) de los pinares de Cataluña (CTFC). Cabe señalar, que éste mapa es estático, basado en las características forestales de los pinares de pino negro, albar, laricio, carrasco y marítimo, de la orografía del terreno y de variables climáticas medias y que cabe considerarlo como una aproximación (Bonet y col., 2010; Martínez de Aragón y col., En preparación).

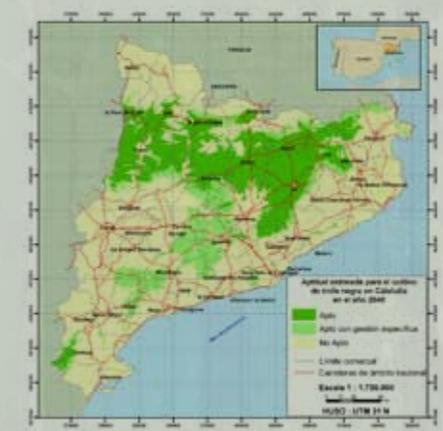


Mapa de productividad de setas comerciales de los pinares de Cataluña (CTFC). Cabe señalar, que éste mapa es estático, basado en las características forestales de los pinares de pino negro, albar, laricio, carrasco y marítimo, de la orografía del terreno y de variables climáticas medias y que cabe considerarlo como una aproximación (Bonet y col., 2010; Martínez de Aragón y col., En preparación).

La representación gráfica de la producción micológica, además de permitir conocer la producción actual de setas (mapa estático), puede permitir conocer la evolución futura de la producción y diversidad micológica que puede tener Cataluña, en base a diferentes políticas de gestión forestal territorial que se planteen y/o a la evolución de otras variables como el clima (mapa dinámico). La simulación de escenarios futuros de gestión forestal y/o climáticos y, su representación gráfica, contribuye a definir el mejor modelo territorial de aprovechamiento micológico para Cataluña y anticiparse a las posibles consecuencias que puede conllevar fenómenos como el cambio climático sobre la producción y diversidad de setas, como por ejemplo los mapas de aptitud para el cultivo de la trufa negra (*Tuber melanosporum*) en Cataluña, actual y para el año 2040 (Colinas y col., 2007).



Mapa **actual** de aptitud para el cultivo de la trufa negra (*Tuber melanosporum*) en Cataluña



Mapa del **año 2040** de aptitud para el cultivo de la trufa negra (*Tuber melanosporum*) en Cataluña

Un buen ejemplo de la representación cartográfica de la producción micológica se ha realizado en, Castilla y León, donde se ha creado el portal Micodata que ofrece servicios web actualizados de estimación y predicción de producciones de hongos silvestres comestibles a los recolectores y asesoramiento técnico a la regulación y ordenación del recurso micológico (www.micodata.es). Este tipo de iniciativas son interesantes para los gestores ya que les facilita la toma de decisiones a la hora de gestionar los recursos micológicos y para los recolectores que les permite conocer el estado de la producción y planificar sus salidas. Adicionalmente, este tipo de información debería de ir ligada a una normativa y/o regulación micológica, como es el caso de Castilla y León.

En Cataluña, la disponibilidad de este tipo de cartografía o mapas con un mayor grado de detalle y mapas dinámicos, plantea serios inconvenientes que será necesario contemplar. En Cataluña la mayoría de los bosques son privados y por lo tanto, mapas a menor escala, más detallados, deberían de contar con el permiso de los propietarios antes de realizarlos. La falta de una regulación micológica en Cataluña y la gran afición a la recolección de setas, supondría la concentración de personas en determinadas áreas, pudiendo poner en peligro la sostenibilidad del recurso.

II.1.4.- La propiedad forestal y los aprovechamientos micológicos.

La propiedad forestal privada en Cataluña representa aproximadamente el 80% de la superficie forestal. Aproximadamente el 30% de esta superficie, 422.000 ha cuenta con una planificación forestal a través de los Planes Técnicos de Gestión y Mejora Forestal (PTGMF) o Planes Simples de Gestión Forestal (PSGF) (Fuente: Centre de la Propietat Forestal). Sin embargo, se estima que la gestión forestal se reduce a un 10-20% de la superficie forestal privada. Las causas de este bajo porcentaje de gestión forestal está asociada al escaso o nulo rendimiento que los propietarios obtienen tras el aprovechamiento maderero de sus bosques debido a los elevados costes de la extracción y de transporte, la devaluación continuada del precio de la madera en pie y a la baja calidad de su madera.

La inexistencia de una gestión forestal en los bosques en zonas densamente pobladas y con un territorio muy antropizado, como es el caso de Cataluña, puede llevar a un incremento del riesgo de ignición de incendio y propagación, a un estancamiento del crecimiento de los árboles, a una reducción y retraso en la producción de semilla, conllevando un incremento del coste de tratamientos y aprovechamientos futuros.



Pinar de pino laricio en el que se han aplicado actuaciones selvícolas



Pinar de pino laricio en el que no se han aplicado actuaciones selvícolas

Actividades como el turismo micológico de fin de semana y la recolección comercial durante el otoño se ha convertido en una tradición en la que los recolectores acceden libremente al bosque a recolectar setas, contribuyendo a valorizar el bosque. No obstante, los propietarios forestales, no suelen percibir de forma positiva estas actividades (turística y comercial). Además de no beneficiarse de éstas actividades, se ven indefensos ante la gran afluencia de recolectores en sus propiedades. Sus bosques producen una externalidad positiva, lo que lleva a los propietarios de los bosques a proveer una cantidad inferior a la que sería socialmente deseable.

Los aprovechamientos micológicos constituyen un recurso endógeno de las zonas rurales susceptible de contribuir a la diversificación de la base económica del medio rural y, los propietarios forestales lo conocen y cada día lo tienen más presente, aunque en la actualidad los mismos tienen complicado su aprovechamiento, debido a la ausencia de una normativa y/o regulación que les proteja.

II.2.- Micoselvicultura.

II.2.1.- Definición de selvicultura fúngica o micoselvicultura.

La selvicultura o silvicultura, es la ciencia que trata del cultivo de los bosques o montes, aplicando un conjunto de tratamientos con el fin de lograr la persistencia y mejora de la masa, siguiendo unos criterios de sostenibilidad y uso múltiple del bosque. El gestor o selvicultor emplea diferentes tratamientos selvícolas en función de la especie o especies a tratar y de los objetivos marcados, ya sea la obtención de madera, leña, corcho, caza, pastos, frutos silvestres, setas u hongos, servicios ambientales, etc.

La producción de una masa se puede dividir en producción directa que tienen un precio de mercado, los llamados productos forestales madereros -PFM-, los no madereros -PFNM- y la producción indirecta que son las externalidades que nos ofrece el bosque o monte (fijación de carbono, regulación del ciclo hidrológico, biodiversidad, etc.) que no tienen precio de mercado. La selvicultura que parte de unas bases y técnicas comunes, se adapta a objetivos concretos que requieren técnicas específicas, como es el caso de la **silvopascicultura** (ciencia que estudia las técnicas selvícolas necesarias para obtener una producción sostenible de los pastos) o de la **micoselvicultura** que se definiría como la ciencia que estudia las técnicas selvícolas necesarias para obtener una producción sostenible de hongos y setas.

La técnicas selvícolas a emplear en la micoselvicultura no difieren de las tradicionalmente llevadas a cabo para la producción de madera; cortas de regeneración, clareos y claras, podas, eliminación del matorral o desbroce. Las diferencias principales radican en los itinerarios selvícolas y la manera de ejecutar los trabajos selvícolas.



II.2.2.- Factores que determinan la conservación y mejora de la producción y diversidad fúngica.

Los hongos, al igual que otros seres vivos necesitan de un hábitat y nicho ecológico adecuado para vivir, desarrollarse y reproducirse de una manera adecuada. El hábitat es el lugar físico de un ecosistema que reúne las condiciones naturales donde vive una especie y al cual se haya adaptado. El nicho ecológico es el modo en que un organismo se relaciona con los factores bióticos, abióticos y antrópicos de su ambiente. Incluye las condiciones físicas, químicas y biológicas que una especie necesita para vivir y reproducirse en un ecosistema.



Como factores importantes que determinan la conservación de los hongos tenemos:

Factores bióticos: Entre los factores bióticos destaca la planta huésped, la edad del arbolado, la estructura, el área basimétrica, la fracción de cabida cubierta, la densidad de árboles, el crecimiento y vigor del arbolado, los depredadores, las enfermedades, los competidores, (especies que pueden rivalizar), etc.

Factores abióticos: Entre los factores abióticos destacan la climatología (precipitación, temperaturas medias, máximas y mínimas, evapotranspiración, humedad, viento, insolación, etc.), la edafología (disponibilidad hídrica, composición química y física del suelo, etc.), la orientación, la pendiente y exposición del terreno, etc.

Factores antrópicos: Los principales factores antrópicos serían, la intervención humana a través de la gestión forestal y de los tratamientos selvícolas, cortas parciales, claros, claras, desbroces, etc., maquinaria utilizada, la contaminación ambiental, la carga ganadera, los aprovechamientos que se realizan, la compactación del suelo, etc.

El grado de importancia de cada factor sobre la producción de hongos es compleja de determinar debido a la interrelación entre los mismos y no todos los factores de los anteriormente mencionados, muestran una clara relación. Algunos de los que se han observado relaciones son:

Pluviometría: La pluviometría es posiblemente una de las variables más importantes en la producción y diversidad de setas. Los hongos necesitan de agua para desarrollarse y, a pesar que la necesitan durante todo el año, hay momentos clave que marcarán la diferencia entre años normales de producción de setas o años excelentes o pobres. En general, cuanto mas al norte y mayor altitud (caso del Pirineo), una mayor producción de setas dependerá de la cantidad de lluvia registrada durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre. En el Prepinineo y Cataluña central, la producción dependerá en mayor medida de la lluvia registrada durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, mientras que cuando nos acercamos a la costa (sierra prelitoral), la lluvia registrada durante los meses de octubre, noviembre y diciembre será la que marque la diferencia.

La cantidad de agua es importante para la producción de setas, pero también lo es el espaciamiento entre las lluvias. No tiene el mismo efecto una pluviometría en el mes de octubre de 150 mm registrada en 2 episodios, que la misma cantidad de agua distribuida a lo largo del mes en 5 o mas episodios espaciados. Una mayor distribución de la lluvia a lo largo del periodo micológico beneficia la fructificación y la producción de las setas.

Como norma general, las setas fructifican 21 días después de las primeras lluvias de finales del verano, siempre y cuando, además de éstas, continúen episodios de lluvia, la temperatura no sea muy elevada y haya humedad en el ambiente (ausencia de viento).

Temperatura y humedad: Los hongos en general necesitan unas condiciones de temperatura y humedad que dependerán de cada especie. A nivel de producción controlada de setas sapróbias, caso de la seta de chopo entre otras, la temperatura deberán rondar los 25-28°C y una humedad del 90-100% en la fase de colonización del micelio y disminuir la temperatura hasta los 15-18°C y una humedad hasta el 85% en la fase de producción. En el caso de las setas silvestres, no se conocen tan bien éstos requerimientos. A grandes rangos, se necesita una temperatura suave, en una franja que va de los 10 a los 25°C, que exista amplitud térmica entre el día y la noche, que la temperatura media mínima en el mes de agosto no sea excesivamente baja y que haya una humedad relativa elevada, entorno al 70%. No obstante, hay especies termófilas que fructifican en primavera-verano como el *Calocybe gambosa* –“perretxico” y otras especies como el *Tricholoma terreum* –“ratones-negrillas” que fructifica a finales del otoño – invierno.

Disponibilidad de agua: La disponibilidad de agua en el suelo depende de la cantidad de lluvia, de la pendiente del terreno y de la evapotranspiración potencial y, esta última a su vez, está relacionada con el tipo de suelo (textura, compactación, etc.), el tipo de vegetación, la radiación solar y el viento. Se trata de una variable clave al integrar numerosas variables. En general, cuanto más al norte y mayor altitud (caso del Pirineo), la disponibilidad de agua en el suelo se avanza con respecto al Prepirineo, Cataluña central o sierra prelitoral. Las tormentas propias del mes de agosto y el descenso de la temperatura contribuyen a este avance en la disponibilidad de agua, que a su vez favorece el crecimiento de los árboles y la fructificación de las setas. Una mayor disponibilidad de agua en el suelo favorece la producción de setas (Martínez de Aragón y col., 2007).

Orientación: La exposición en la que se encuentra el ecosistema forestal condicionará en gran medida el inicio de la fructificación, la producción y la diversidad de setas al asociarse a variables climáticas y de suelo (Fig. 11). Exposiciones norte, más húmedas que las exposiciones sur, producen una mayor cantidad de setas a pesar que en muchos casos el periodo de fructificación se acorta debido a las heladas tempranas y a las temperaturas más bajas y, en ocasiones, extremas.

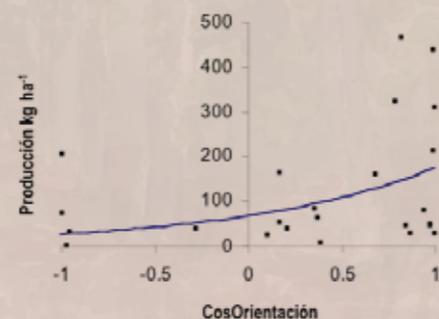


Figura 11: Relación observada en parcelas experimentales del CTFC entre la orientación y la producción de setas. Variable transformada. -1= Orientación Sur y 1= Orientación Norte.

Pendiente: La pendiente del terreno condiciona la disponibilidad de agua y la erosión del suelo. A mayor pendiente del terreno menor retención de agua y mayor erosión, y por lo tanto, menor producción de setas (Fig. 12). Pendientes suaves, entre un 0 y 10% pueden ser las adecuadas para una mayor producción de setas.

Altitud: La altitud a la que se encuentra un bosque determina principalmente el inicio y final de la campaña y en menor medida la producción total de setas (Fig. 13). Por lo general, a una mayor altitud el inicio y final de fructificación se avanza con respecto a bosques situados a una menor altitud, debido a que descienden antes las temperaturas y existe mayor precipitación. Se produce un avance en el inicio de fructificación debido a que las condiciones climáticas óptimas se adelantan en estas altitudes y se produce un avance en el final de producción debido principalmente a las temperaturas, aparición de heladas tempranas y temperaturas mínimas más bajas.

pH del suelo: El pH es una de las propiedades químicas más importantes del suelo, ya que controla muchas de las actividades químicas y biológicas que ocurren en el mismo. Los hongos se desarrollan en un amplio intervalo de pH de suelos, desde neutros ($6,5 > \text{pH} < 7,3$), ácidos ($\text{pH} < 6,5$) o alcalinos ($\text{pH} > 7,3$). Existen especificidades de ciertas especies por determinados suelos como puede verse en la tabla 14, pero también muchas especies muestran indiferencia, como es el caso de la *Russula chloroides*. En general, las máximas producciones de setas se originarían entre un pH de 6 y 8.

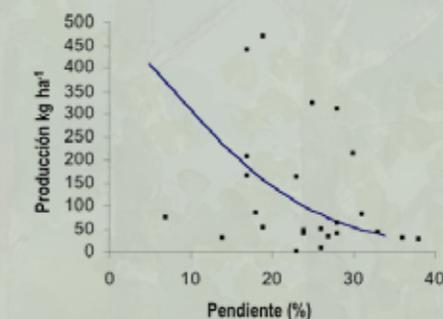


Figura 12: Relación entre la pendiente del terreno y la producción de setas observada en estudios del CTFC basado en parcelas permanentes.

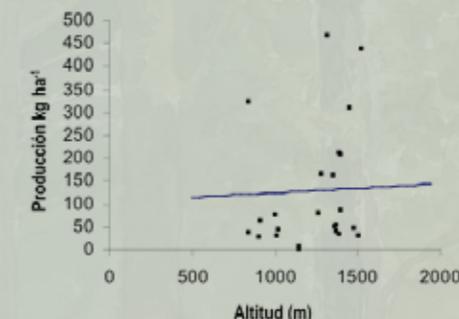


Figura 13: Relación entre la altitud y la producción de setas observada en estudios del CTFC basado en parcelas permanentes.

Tabla 14: Ejemplo de preferencias edáficas de algunas especies.

Acidófilas	Calcícolas
<i>Amanita caesarea</i>	<i>Amanita echinocephala</i>
<i>A. muscaria</i>	<i>A. ovoidea</i>
<i>A. virosa</i>	<i>Boletus pseudoregius</i>
<i>Boletus appendiculatus</i>	<i>B. satanas</i>
<i>B. edulis</i> (tendencia)	<i>Lactarius semisanguifluus</i>
<i>Lactarius vinosus</i>	<i>Russula delica</i>
	<i>Tuber melanosporum</i>

Área basimétrica: El área basimétrica (AB) es la suma de las secciones normales (medida a 1,3 m del suelo) de todos los árboles existentes en una hectárea de una masa expresado en m² por ha. Combinado con otros parámetros como el diámetro medio cuadrático (dg= diámetro del árbol de área basal media) y el diámetro dominante (do= diámetro del árbol de altura dominante) el AB es un buen indicador de espesura.

El AB es una variable utilizada habitualmente por los gestores forestales a la hora de decidir el peso de la corta. Según observaciones del CTFC en masas de *Pinus sylvestris* la producción de setas estaría relacionada con el AB de manera que se hace máxima en un rango de entre 15 y 25 m² ha⁻¹, dependiendo de la especie forestal y de la calidad de estación (Palahí y col., 2009). El conocimiento de su evolución, puede permitir adecuar la gestión compaginando la producción de madera con la de setas.

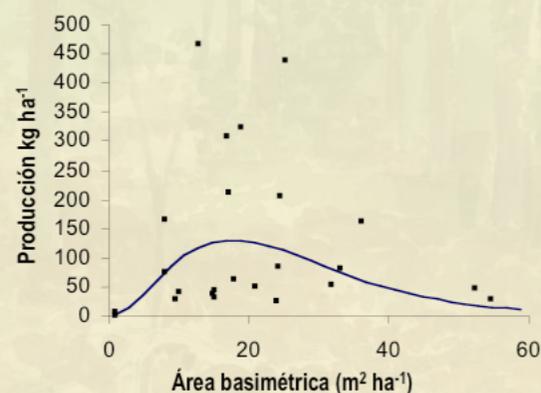
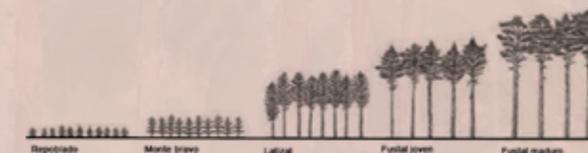


Figura 14: Efecto del área basimétrica sobre la producción de setas en masas de *Pinus sylvestris* de calidad II.

Edad del arbolado: La edad del arbolado puede hacer referencia desde un punto de vista selvícola a clases artificiales o clases naturales de edad:

Clases artificiales de edad: Se refieren a intervalos de tiempo definidos cada 20 años, de entre 1 y 19 años (**Clase I**), entre 20 y 39 años (**Clase II**), entre 40 y 59 años (**Clase III**) y así, sucesivamente.

Clases naturales de edad: Se refieren a estados fenológicos (replado, monte bravo, latizal, fustal joven y fustal maduro) en los que se encuentran una masa forestal.



Representación gráfica de las clases naturales de edad

La edad del arbolado juega un papel muy importante en la sucesión, diversidad y producción de especies (Hintikka, 1988; Kalamees y Silver, 1988; Smith y col., 2002; Martínez Peña, 2003; Bonet y col., 2004; Ortega-Martínez y col., 2010).

En general, cada hongo parece asociarse con árboles de un tramo de edad determinado. En los primeros años de edad (**Clase I**), géneros como *Laccaria spp.*, *Lactarius spp.*, *Hebeloma spp.*, *Pisolithus spp.*, *Paxillus spp.* o *Suillus spp.* (Strullu, 1991) serían los colonizadores. En bosques jóvenes de **Clase II y III**, los *Lactarius spp.*, *Russula spp.*, *Hyghophorus spp.*, *Suillus spp.* o *Cantharellus spp.* serían los mayoritarios y, es posiblemente la clase de edad que mayores producciones de setas producen, mientras que en bosques maduros de **Clases III – V** los *Boletus spp.*, *Amanitas spp.*, *Cantharellus spp.* o *Cortinarius spp.* son los que predominan y donde posiblemente se registre una mayor diversidad de especies, aunque estaría también condicionada por otros factores bióticos y abióticos.

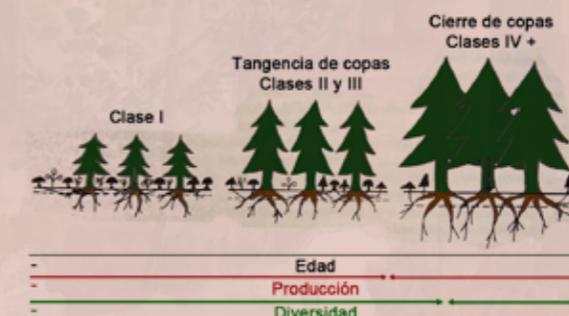


Diagrama de sucesión de hongos micorrícicos a lo largo del desarrollo de la masa forestal. Basado en Dighton y Mason (1985).

Ejemplo de sucesión de 2 grupos de especies de interés comercial:

Lactarius grupo deliciosus o níscalos; Se trata de un grupo de especies cuya preferencia son los pinares jóvenes, de clase de edad comprendida entre los 10 y los 30 años, aunque pueden encontrarse en pinares más maduros (<75 años) pero en menor cantidad (Martínez-Peña, 2003).

Boletus grupo edulis o migueles-hongos; Especies cuya preferencia parecen ser los bosques maduros con producciones máximas que se producen en edades comprendidas entre los 31 y los 70 años (caso de pinares de pino albar). En hayedos, la producción comienza a partir de los 40 años (Oria de Rueda, 2007) con máximas producciones entre los 50 y 90 años (Martínez-Peña, 2003).

II.2.3.- Gestión micoselvícola en los principales pinares de Cataluña.

A diferencia de la producción de madera, las producciones de hongos silvestres presentan una serie de características muy distintas debido a la dependencia de una planta huésped (Fig. 15), una alta variabilidad en su producción anual y un carácter efímero y perecedero (Vogt y col., 1992), que le convierten en un producto difícilmente gestionable para la mayoría de los gestores forestales.

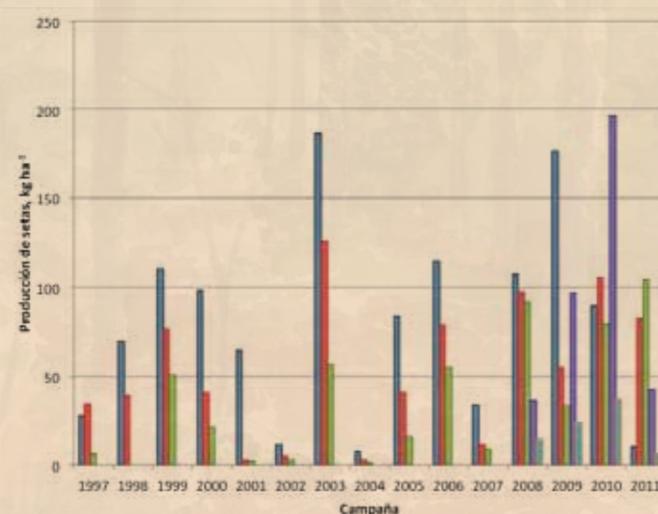


Figura 15: Producción anual de setas estimada en Cataluña en función del hábitat. Datos obtenidos a través de inventarios micológicos realizados en parcelas permanentes en el otoño. Fuente CTFC.

Éstas particularidades del recurso, unido a la falta de información de aspectos tan importantes como el efecto de ciertas prácticas selvícolas sobre la población de las setas, hacen muy difícil la integración de la producción de madera con la producción de setas en la ordenación del bosque (Díaz y col., 2003). Sin embargo, estudios recientes, han podido establecer modelos predictivos de producción y diversidad de setas que identifican los principales factores bióticos, abióticos o asociados a la producción de setas y se ha conseguido simular y establecer itinerarios selvícolas de gestión forestal teniendo en cuenta el valor de las setas y de la madera (Bonet y col., 2008; 2010; Palahí y col., 2009) (véase figura 16 y 17). Éstos estudios son el inicio de un largo camino antes de llegar a poder disponer de modelos de micoselvicultura específicos para cada especie forestal y calidad de estación, como ocurre con el caso de la selvicultura clásica para la producción de madera y leñas.

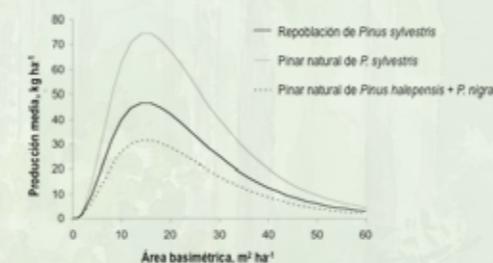


Figura 16: Producción de los principales pinares en función de su área basimétrica, situados a 1.000 m.s.n.m. y una pendiente del 20%.

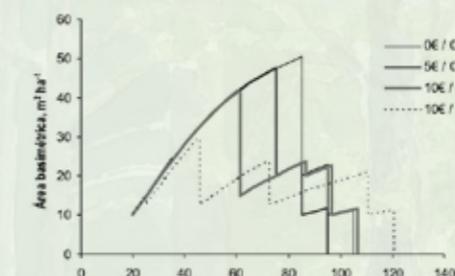


Figura 17: Itinerarios selvícolas en *Pinus sylvestris* en función del precio de las setas, comerciales (€/kg¹) / no comerciales (€/kg¹), obtenidos mediante técnicas de simulación y optimización, basándose en los modelos expresados en la Fig. 16.

Los itinerarios selvícolas se basan en modelos selvícolas planificados a lo largo del tiempo y cuentan con dos fases selvícolas diferenciadas: cortas de regeneración y cortas de mejora (clareos y claras). En cada una de estas fases se realizan diferentes tratamientos selvícolas con el fin de llegar a los objetivos marcados por el selvicultor, ya sea madera para sierra, para desenrollo, para trituración, para biomasa y/o para la producción de setas, etc.

La herramienta principal que utilizan los forestales para renovar y perpetuar las masas forestales es la tala de árboles mediante medios mecánicos. La "corta" de ciertos árboles permite, regular el microclima del rodal, regular la competencia por agua, luz y nutrientes entre los árboles, controlar la densidad de las masas forestales y favorecer el crecimiento y desarrollo de un grupo de árboles seleccionados, regular la competencia, controlar la productividad del sitio, controlar la composición de la masa forestal y, alterar las condiciones ambientales para favorecer o propiciar el proceso de reproducción natural de la masa forestal.

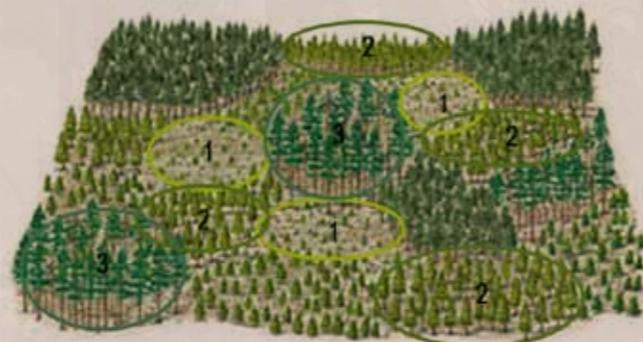
De esta forma, **cortar árboles es una forma de gestionar los recursos forestales para lograr su conservación y no siempre significa su eliminación sistemática como puede pensar una mayoría de la sociedad.**

Tipos de cortas que se aplican en la gestión forestal y consecuencias sobre la población de hongos micorrícicos:

Cortas de regeneración: Consisten en cortas en las que se sustituye la masa adulta existente, para permitir el desarrollo de un nuevo arbolado. La eliminación total de la masa mediante cortas a hecho o matarrasa, estarían contraindicadas al eliminar de manera brusca las plantas huéspedes, que vivían en simbiosis con los hongos micorrícicos y eran su fuente de carbohidratos. Parecen más adecuadas cortas parciales, en las que se dejan árboles padre o semilleros (aclareo sucesivo uniforme) o cortas por aclareo sucesivo por fajas o por bosquetes, siempre y cuando, las superficies no sean demasiado extensas.



Corta de regeneración parcial dejando árboles padre. Fuente: www.for.gov.bc.ca/hfp/training/00014/index.htm



Cortas de regeneración por aclareo sucesivo por bosquetes. Los números indican el orden en el que se hicieron las cortas. Fuente: www.for.gov.bc.ca/hfp/training/00014/index.htm

Cortas de mejora (clareos y claras): Son tratamientos selvícolas que consisten en cortas intermedias antes del final del turno. Los clareos son las primeras, cortas juveniles que buscan mejorar la masa que queda en pie en edades de repoblado y monte bravo sin obtener producto comercial, mientras que las claras suceden en etapas posteriores, obteniendo madera comercial, si bien no siempre se comercializa. En ambos casos, se busca concentrar el crecimiento en un menor número de árboles, proporcionando más espacio a los árboles que quedan en pie, que son los mejores fenológicamente.

Existen distintos tipos de claras:

Claras por lo bajo: Se cortan árboles del estrato dominado.

Claras por lo alto: Se cortan árboles del estrato dominante.

Claras mixtas: Se cortan árboles del estrato dominante y del dominado, generalmente, se determinan los mejores árboles y se eliminan los que les molesten.

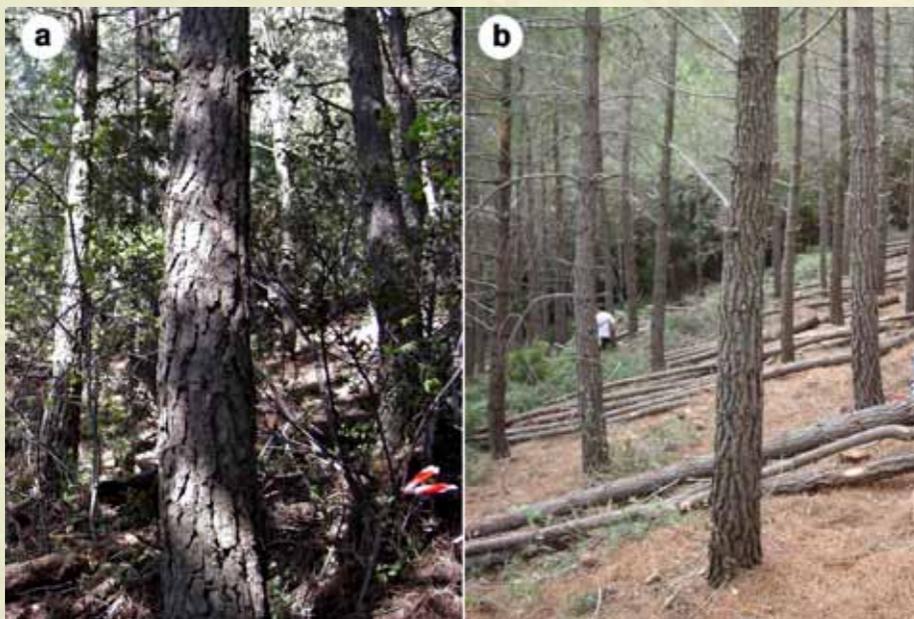
Claras sistemáticas: El criterio de selección es por posición.

Las claras modifican en gran medida las condiciones microclimáticas del ecosistema afectando a la comunidad fúngica. El grado de afectación es difícil de predecir puesto que dependerá de numerosos factores tales como, la especie forestal a tratar, estado actual de la masa forestal, la intensidad de corta, la utilización de maquinaria o la trituración o no de los restos de corta, etc. Posiblemente debido a este gran número de factores, existen numerosas contradicciones entre los resultados obtenidos por diversos estudios a lo largo de los años. Algunos autores apuntan que las claras aumentan la producción de setas (Sjöblom y col., 1979; Kirsi y Oionem, 1981; Shubin, 1986; Ohenoja, 1988; Ayer y col., 2006; Pilz y col., 2006; Egli y col., 2010), mientras que otros no aprecian este incremento e incluso podría haber una disminución (Kardell y Erikson, 1987; Becerril, 1996; Luoma y col., 2004).

Ensayos realizados, por el CTFC, en pinares de *Pinus pinaster* en los que se han realizado claras con distintas intensidades de reducción de área basimétrica han revelado que las claras favorecen la producción total de setas y la de alguna especie comestible de interés (*Lactarius* grupo *deliciosus*) (Bonet y col., 2012), con algunas consideraciones que podemos leer a continuación:

Caso de estudio en repoblaciones de *Pinus pinaster* en el Paraje Natural de Interés Nacional de Poblet (Tarragona):

En el año 2008 se instaló en una repoblación de *P. pinaster* de 50 años de edad, 15 parcelas permanentes distribuidas por el pinar para estimar la producción y diversidad de especies de setas en estos pinares. Estas parcelas se complementaron en el año 2009, con otras 15 parcelas permanentes, cercanas a las parcelas instaladas en el 2008, donde se realizaron unas claras de diferentes intensidades, eliminándose el matorral existente. La intensidad de las claras varió entre el 0% y el 70% de reducción de área basimétrica inicial.



Ejemplo de un parcela control (a) y una parcela aclarada (b).

Tras 2 años de toma de datos, el efecto de las claras ha sido muy positivo para la producción de setas, constatándose un incremento de la producción total durante los dos años de muestreo, 139,7 kg ha⁻¹ en el año 2009 y 199,6 kg ha⁻¹ en el año 2010, en comparación a las parcelas control, 34,9 kg ha⁻¹ en el año 2009 y 196,7 kg ha⁻¹ en el año 2010. Además, las claras incrementaron considerablemente la producción de nízcals (*Lactarius grupo deliciosus*) (Fig. 18).

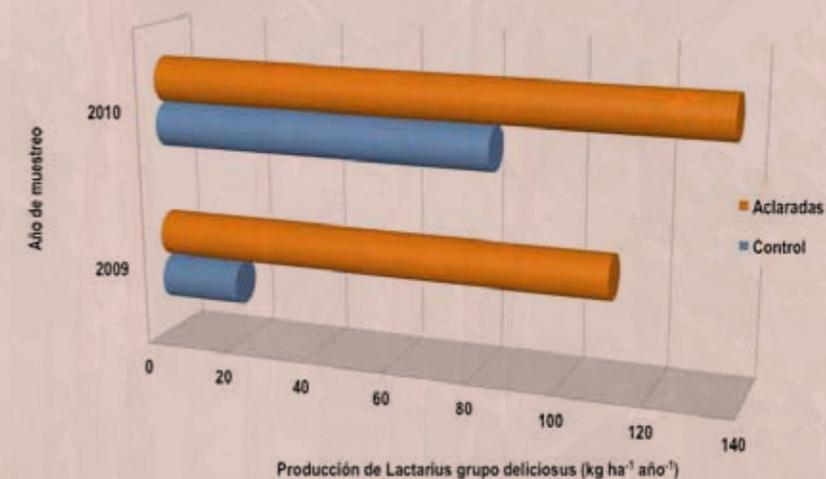


Figura 18: Efecto de las claras sobre la producción de nízcals en los años 2009 y 2010 en parcelas de *P. pinaster* en Tarragona.

Los resultados provisionales obtenidos en este estudio, indican que las claras de intensidades bajas o moderadas favorecen la producción de nízcals, y por el contrario, intensidades elevadas podrían tener un efecto negativo sobre la producción de ésta especie. Claras con una intensidad cercana a los 10-15 m² ha⁻¹ de área basimétrica parecen ser las más convenientes para maximizar la producción de setas. No obstante, es necesario observar la evolución de las producciones a lo largo de los años.

Podas: Se realizan para mejorar la calidad de la madera y reducir el riesgo de incendios. Además, facilita el acceso al monte favoreciendo la búsqueda y recogida de las setas. Las podas también modifican el microclima del ecosistema, pudiendo aumentar la insolación que llega al suelo favoreciendo a ciertas especies heliófilas como el *Lactarius deliciosus*. La gestión de los restos puede presentar ciertas incompatibilidades que será necesario estudiar en el futuro.

Desbroce o eliminación del matorral: El desbroce del matorral es una práctica habitual que se realiza conjuntamente con las claras, cuyos objetivos son, reducir el riesgo de incendios, reducir la competencia y favorecer la regeneración del arbolado. La eliminación del matorral implica cambios microclimáticos importantes que pueden modificar la composición micológica.

Por lo general, su eliminación no resulta un gran inconveniente para las setas e incluso puede ser beneficioso en localidades con bajas pluviometrías, al reducir la competencia por el agua e incluso facilitar la búsqueda y recogida de las setas. La gestión de los restos y la maquinaria empleada para su eliminación puede presentar ciertas incompatibilidades que será necesario estudiar en el futuro.

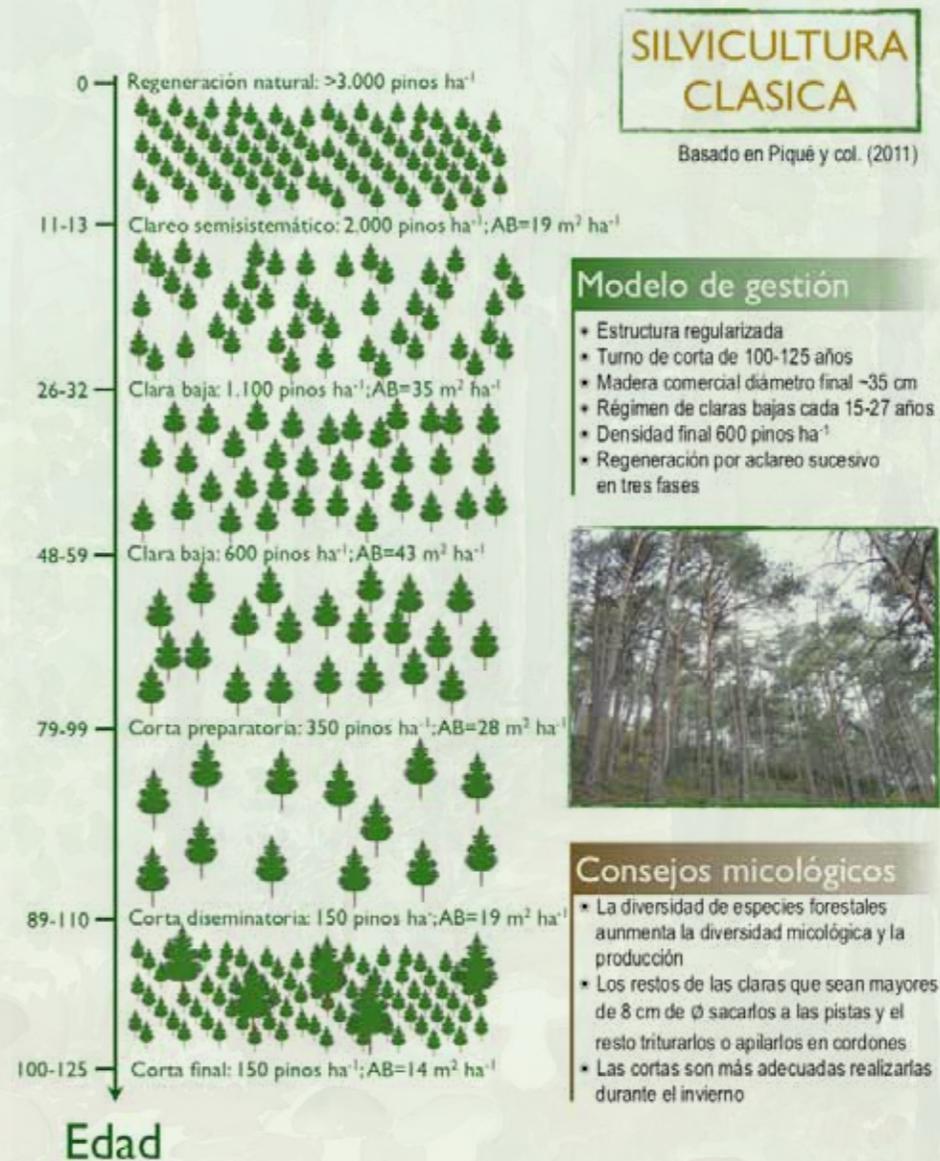


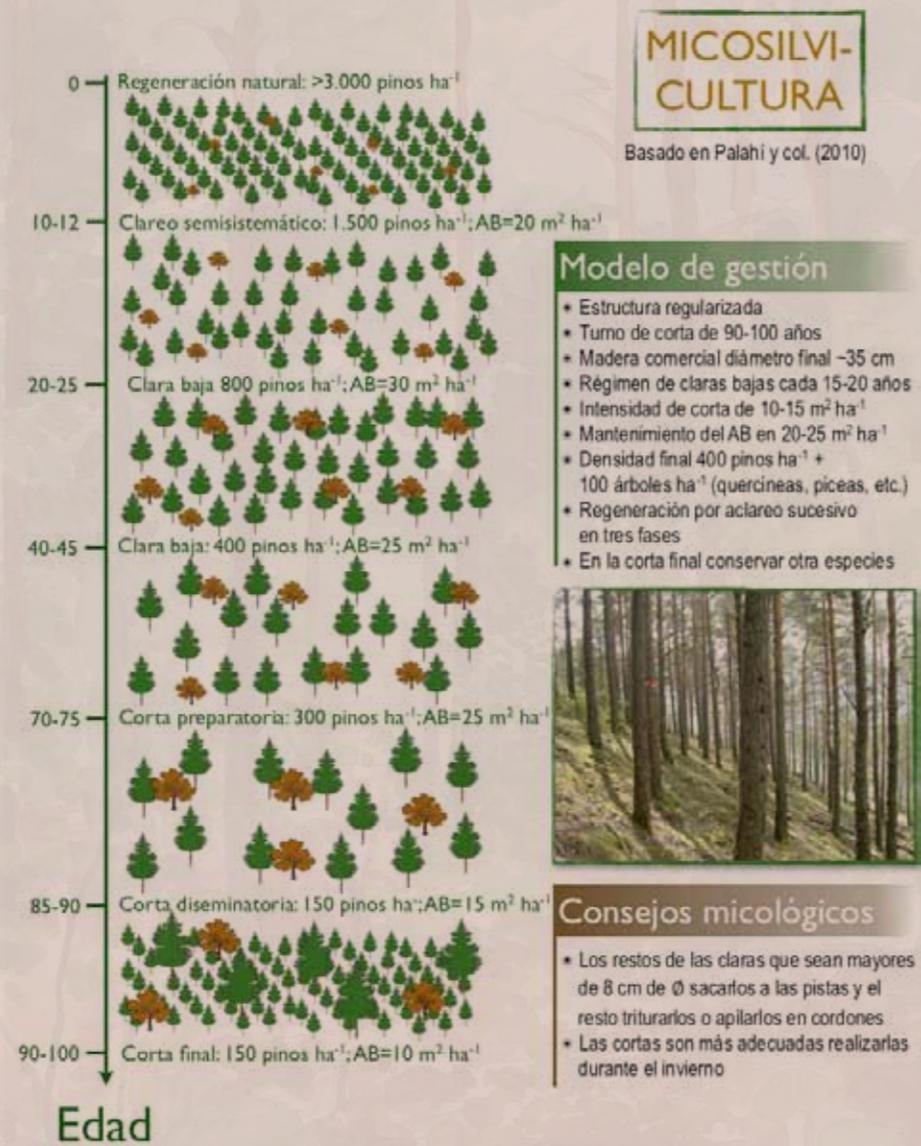
Matorral denso de boj y enebro, *Pinus sylvestris*



Eliminación del matorral, *Pinus sylvestris*

II.2.3.1. Ejemplo de Itinerario micoselvícola propuesto para pinares de *Pinus sylvestris* de calidad de estación media en el ámbito pirenaico y central.-





II.2.4. Gestión micosilvícola en encinares y quejigares truferos.-

La gestión forestal en encinares, u otras masas de quercíneas truferas se lleva a cabo para aumentar la producción de trufa negra en árboles productivos, para recuperar trufas perdidas por el incremento de competencia y espesura y para favorecer la proliferación de nuevas trufas. Los trabajos selvícolas consisten en minimizar la competencia con especies arbóreas competidoras (todas excepto los *Quercus spp.*), manteniendo niveles de insolación similares a los de las plantaciones con árboles inoculados (cuyo marco de plantación es de 6 m x 6 m) y propiciando las condiciones ecológicas para la expansión del micelio y del quemado.



Encinar trufero. Foto: Pere Muxí



Robledad trufero. Foto: Daniel Oliach

Características y criterios generales de la actuación (Según Reyna 2007):

Separación entre un pie productor y un pie competidor.-

La separación entre un pie trufero y cualquier otro no productor (zona de exclusión) debe ser al menos, la mayor de las cifras obtenidas de multiplicar la altura del árbol trufero por 4, o la del árbol competidor por 3. En ningún caso esta distancia será inferior a 10 m. El criterio de exclusión ha sido definido teniendo en cuenta la competencia radical que ejercen los árboles competidores sobre la producción trufera (datos obtenidos en montes de Castellón).

No obstante, debido al elevado coste de la actuación, a nivel práctico en fincas particulares se están realizando los claros de exclusión de 15-20 m de radio. En este caso, se mejoran las trufas existentes, pero no generan espacios abiertos favorables a la aparición de nuevas trufas.

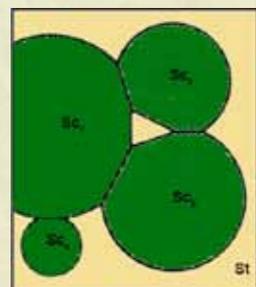
La aplicación del criterio de exclusión debe adaptarse a cada zona. Así, las zonas truferas con más insolación de latitudes más meridionales, los claros deben ser menores, ya que en estas zonas, la trufa tiende a encontrarse bajo condiciones más protegidas de la insolación solar.

Tratamiento de la vegetación.-

Los trabajos selvícolas para abrir el claro de exclusión se realizarán en función de la vegetación previa existente. En este caso se detallará el proceso para masas mixtas o puras.

Una vez localizado el quemado, en el caso que existan varios pies y no se puede discernir cuales de ellos producen el quemado, todos ellos deberán ser tratados como pies truferos.

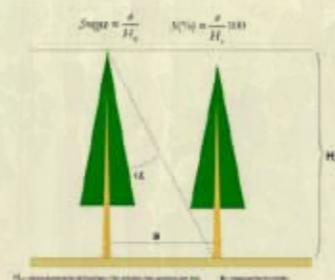
En la zona de exclusión se eliminarán todos los árboles competidores y se reducirá la densidad del encinar no productor hasta alcanzar una Fracción de Cobertura (FCC) máxima del 30% y un índice de Hart-Becking (S) modificado entre 2 y 4, evitando el paso de maquinaria pesada, el pisoteo y apilar los troncos y los residuos silvícolas en la superficie del quemado.



Fracción de Cobertura (FCC): Grado de recubrimiento del suelo por la proyección vertical de las copas de arbolado. $FCC (\%) = (Sc \times 100) / St$, donde Sc es la superficie que ocupa las copas y St es la superficie del terreno.

Los árboles productores deben ser resalveados y podados de forma suave, sin eliminar en conjunto más del 20% de la masa foliar para no causar desequilibrios que puedan afectar a la producción.

En la zona de exclusión, se realizará un desbroce selectivo respetando las matas arbustivas de *Quercus* spp. siempre que la FCC no sobrepase el 30%.



Representación gráfica del índice de Hart-Becking o coeficiente de espaciado.

Capítulo III: El cultivo de los hongos

III.1.- Truficultura en Cataluña.

III.1.1.- Introducción.

En Cataluña se encuentran y comercializan varias especies de trufas: la trufa blanca o de verano (*Tuber aestivum*), la trufa grabada (*Tuber uncinatum*), la trufa de invierno o magenca (*Tuber brumale*) y la trufa negra (*Tuber melanosporum*). La más conocida y apreciada, es la trufa negra, por su aroma y sabor, constituyendo uno de los ingredientes privilegiados de la gastronomía internacional. La producción de trufa negra en Cataluña se encuentra principalmente en las zonas calizas de media montaña del Prepirineo y de la Cordillera Prelitoral, representando el 30% de la superficie trufera conocida en España.



Peridio y gleba de *Tuber aestivum*. *T. aestivum* y *T. melanosporum* que pueden recolectarse en el mismo lugar, pero bajo árboles diferentes y en períodos distintos. El período de maduración de *T. aestivum* se sitúa de mayo a agosto (Riousset y col., 2001).



Peridio y gleba de *Tuber uncinatum*. *T. uncinatum* es la especie de trufa comestible más extendida en Europa. Los dos factores que más condicionan su crecimiento son: la pluviometría, tanto en cantidad como en distribución, ya que es fundamental que esté bien repartida en los meses de verano; y la insolación, que debe ser moderada, ni excesiva ni prolongada (Riousset y col., 2001).



Sección de *Tuber brumale* Vitt. mostrando la disposición de las venas sinuosas. *T. brumale* y *T. melanosporum* se sitúan en las mismas zonas ecológicas y se desarrollan paralelamente, lo que favorece a menudo las mezclas. Sin embargo, *T. brumale* es capaz de crecer en medios más sombreados, con vegetación más densa, y por consiguiente, en suelos más ricos en materia orgánica debido a la acumulación de hojas muertas, y menos calcáreos. Además, *T. brumale* puede desarrollarse bajo vegetación, sin que se observe el quemado (Riousset y col., 2001).



Sección de *T. melanosporum* Vitt. mostrando la disposición de las venas. *T. melanosporum* se encuentra repartida en el Sur de Europa Occidental, y más concretamente, en Francia, Italia y España. Se recolecta naturalmente entre los 40° y 47° de latitud norte. Su periodo normal de maduración se sitúa en invierno, de noviembre a marzo (Riousset y col., 2001).

Los recursos no madereros, pueden llegar a representar alrededor del 40% de la producción forestal, siendo los únicos productos que han aumentado de precio, como es el caso de la trufa negra (Fig. 19), en las últimas décadas (Terradas y col., 2004).

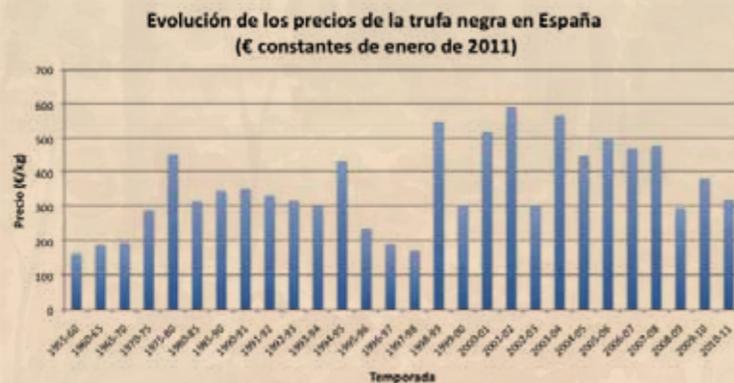


Figura 19. Precios medios de trufa negra pagados al recolector en euros constantes de enero de 2011 (Periodo 1955 - 1998 / 1999 (Reyna, 2000); Período 1999/2000 - 2010/2011 (Lonja de la trufa de Vic, Barcelona).

En España se produce del orden del 25 al 40% de la producción mundial de trufa (Reyna, 2002). Las producciones en plantaciones con riego se sitúan entre los 10 y 50 kg ha⁻¹ año⁻¹ (Reyna, 2000) con producciones medias de unos 30 kg ha⁻¹ año⁻¹ a partir del décimo año de plantación (Olivier y col., 2002) que generan un Flujo de Caja Anual Equivalente de 2.691 € ha⁻¹ (Oliach y col., 2005). La edad de la plantación, las condiciones climáticas del año y las características de la plantación influyen en gran medida en la producción.

Desde hace décadas se viene observando un descenso de las producciones silvestres. Entre los motivos que han favorecido el descenso de la producción silvestre de trufa negra, destaca el aumento de la densidad de los bosques. Para mantener o aumentar la producción de trufas, la solución pasa por una gestión selvícola adecuada de nuestros encinares y por la promoción de su cultivo mediante repoblaciones con árboles inoculados con el hongo.

El cultivo de trufa negra es, hoy por hoy, la opción más rentable en las zonas de media montaña, por la mínima mecanización que necesita y por ser muy independiente de la dimensión y la topografía de las parcelas, y muestra unas perspectivas, presentes y futuras, importantes ante un mercado creciente a nivel mundial (Bonet y Colinas, 2000). El aprovechamiento de trufas silvestres y sobre todo la truficultura pueden suponer un asentamiento de la población en el territorio, ya que las importantes rentas que se obtienen con este cultivo a medio plazo, permitirían capitalizar las explotaciones agroforestales y crearse otras actividades relacionadas a la producción, como el turismo gastronómico, la producción de planta micorrizada, o la industria de las conservas o productos elaborados.

III.1.2.- Fundamentos de truficultura.

La aptitud trufera de una zona viene determinada por sus condiciones geográficas, climáticas y edáficas:

Condiciones geográficas.-

La altitud óptima estará comprendida entre 600 y 1.200 m según observaciones de diferentes autores.

La influencia de la orientación depende de la altitud y la latitud, pero también de la exposición a los vientos dominantes. Principalmente serían preferibles exposiciones sur.

Condiciones climáticas.-

El clima adecuado para la trufa negra es el mediterráneo, y concretamente el "Mediterráneo Continental Xérico" (Palazón y col., 2000), con un periodo estival caluroso y seco (Tabla 16), interrumpido por temporales de lluvia de alrededor de 30 mm (Bencivenga y col., 1990), con una amplitud de pluviometría entre los 485 y los 1.500 mm/año, con precipitaciones entre 72 y 185 mm durante los meses de verano (Reyna, 2000; Ricardo, 2003).

Tabla 16: Rangos de temperaturas propuestos para la trufa negra (Reyna, 1992; Hernández, 1994; Callot y Jaillard, 1996; Reyna, 2000; García-Montero y col., 2001).

Parámetros climáticos	Rangos recomendados
Temperatura media anual (°C)	8,6 - 14,8
Temperatura media de las máximas del mes más cálido (°C)	23 - 32
Temperatura media del mes más cálido (°C)	17,4 - 23,5
Temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C)	(-2) - (-6)
Temperatura media del mes más frío (°C)	1 - 8,2
Temperatura máxima absoluta (°C)	43
Temperatura mínima absoluta (°C)	(-9) - (-25)

Condiciones edáficas.-

La trufa se desarrolla sobre suelos calcáreos de 10-40 cm de profundidad, con textura equilibrada de tipo franco, quedando excluidos los arcillosos por su elevada compacidad (Tabla 17). La pedregosidad del suelo es un elemento valorado muy positivamente porque contribuye a un buen drenaje y aireación del suelo. Los parámetros edáficos más relevantes y su rango aproximado para un correcto establecimiento y desarrollo de una plantación trufera serían los siguientes:

Tabla 17: Rangos recomendados de los principales parámetros edáficos para el cultivo de trufa negra (Delmas y Poitou, 1973; Grente y Delmas, 1974; Delmas y col., 1981; Delmas y col., 1982; Poitou, 1987; Bencivenga y Granetti, 1988; Poitou, 1988; Poitou, 1990; Olivier y col., 1996; Sourzat, 1997; Reyna, 2000; Sourzat, 2001; Raglione y col., 2001).

Parámetros edáficos	Rangos recomendados
pH	7,5 - 8,5
Materia orgánica oxidable (%)	1,5 - 8
Caliza total (% CaCO ₃)	1 - 83,7
Calcio intercambiable (% CaO)	0,4 - 1,6
Nitrógeno (Kjeldahl) (%)	0,1 - 0,3
Fósforo total (% P ₂ O ₅)	0,1 - 0,3
Potasio intercambiable (% K ₂ O)	0,01 - 0,03
Textura	Franca, franco-arenosa, franco-arcillosa, franco-limosa, franco-arcillo-arenosa
Estructura	Granular o grumosa
Ratio C/N	8 - 15

Antecedentes de cultivo.-

Para el desarrollo de este cultivo son adecuados los prados o páramos y suelos donde no se hayan desarrollado especies vegetales ectomicorrízicas. En los terrenos quemados están obteniendo buenos resultados en la evolución de la micorrización, pero las plantaciones son jóvenes para obtener resultados en cuanto a producción (Martínez de Aragón, 2005; Martínez de Aragón y col., 2012). En caso de forestación de terrenos agrícolas, son preferibles los cultivos de cereales, forrajeras o leguminosas (Reyna, 2000). También se consideran buenos antecedentes la viña y los frutales (Sourzat, 1997) y en general antecedentes de cultivos endomicorrízicos. En el caso de cultivos leñosos es importante extraer las raíces para prevenir una infección del hongo patógeno *Armillaria spp.* que podría afectar seriamente la plantación (Oliach y col., 2005).



Fructificaciones de *Armillaria mellea*

III.1.3.- Gestión de las plantaciones truferas.

III.1.3.1.- Control de planta micorrizada.-

La producción de planta micorrizada mediante *Tuber melanosporum* Vitt., es una de las bases sobre las que se sustenta la truficultura actual. En España, existen una veintena de viveristas que abastecen las necesidades actuales del mercado, principalmente situados en la provincia de Teruel (Reyna, 2007).

Actualmente, España carece de una normativa legal única que regule la producción de planta micorrizada y su certificación. Aunque hoy en día podemos encontrar planta de calidad en el mercado, se han observado limitaciones en la certificación de algunas plantas, por lo que es aconsejable que la persona interesada en realizar una plantación lleve la planta a analizar a un laboratorio de su elección para realizar su control pertinente.

Servicio de control de planta micorrizada (ejemplo de normativa establecida por el CTFC).-

La planta debe tener un sistema radicular bien desarrollado con abundantes raíces tróficas. El porcentaje de micorrizas de *T. melanosporum* deberá ser superior al 33% y no podrá tener ninguna micorriza de un hongo de otra especie del género *Tuber*. Un porcentaje bajo de micorrizas de hongos de vivero es aceptable, pero no es deseable (Fischer y Colinas, 1997). Es necesario que la calidad forestal de las plantas sea óptima y cumpla la normativa vigente del material forestal de reproducción. También es necesario que las plantas estén correctamente endurecidas, sobre todo si están destinadas a una plantación de otoño.

Los análisis de los lotes se llevan a cabo de acuerdo con el protocolo de Fischer y Colinas (1997), complementado con análisis molecular de micorrizas para su identificación.

Para la evaluación de las plantas se necesita una muestra aleatoria de 12 plantas de interés entregadas en el laboratorio, en buenas condiciones, acompañadas de los datos de la etiqueta (Anexo IX, Apartado A del R.D. 289/2003), el nombre botánico de la especie de hongo inoculado, su región de procedencia y la fecha de inoculación.

Una vez realizada la evaluación del lote se entrega un informe basado en las muestras evaluadas que incluye:

1. Calidad forestal de las plantas.
2. Estimación del número y porcentaje de micorrizas de *Tuber melanosporum*.
3. Estimación del número y porcentaje de raíces tróficas no micorrizadas.
4. Estimación del número y porcentaje de micorrizas de hongos distintos de *Tuber melanosporum*.
5. Identificación o descripción de las micorrizas de hongos distintos de *Tuber melanosporum*.
6. Estimación del número total de raíces tróficas.



Recepción de planta y recogida de muestras



Preparación de las muestras



Evaluación de la planta

III.1.3.2.- Plantación.-

Para la preparación del terreno se debe realizar un cultivo profundo para romper la posible suela de labor para favorecer el drenaje y la profundidad explorable por las raíces con subsolador, y luego un laboreo superficial para afinar el terreno con gradas o cultivadores. La época recomendada es durante los meses de verano o de otoño anteriores a la plantación. La plantación debe realizarse sobre suelo seco.

Los marcos de plantación recomendados son los que se corresponden a una densidad de 250-350 plantas ha⁻¹. Se consigue con marcos de 6x5, 6x6, 7x7, etc.

Según la climatología de cada región, la plantación se realizará desde el mes de noviembre hasta el mes de marzo, pudiendo prolongarse hasta abril si hay heladas tardías.



Plantación trufera de 4 años de edad

III.1.3.3.- Tratamiento de la vegetación.-

Durante los 2-4 primeros años es importante eliminar la competencia herbácea de alrededor de la planta, mediante escardas manuales con azada. En las calles de separación entre plantas se pueden realizar labores de terreno con aparejos con control de profundidad-cultivadores o rastrillos (nunca fresas) - a una profundidad no superior a 15-20 cm.

Una vez las plantas tienen quemados o entran en producción se puede realizar una labor anual en primavera de una profundidad no superior a 15 cm o se puede interrumpir la labor y se permite el crecimiento de herbáceas, controlado, si es necesario, mediante desbrozadora.

III.1.3.4.- Riegos.-

Durante el primer y segundo año se deberían regar las plantas en caso de sequía prolongada durante 20 o más días según el suelo y las condiciones climáticas. Estudios recientes, recomiendan reducir a la mitad el déficit hídrico (Bonet y col., 2006; Olivera y col., 2011) especialmente durante la primavera y la primera mitad del verano, siendo necesario un período de estrés hídrico para el buen desarrollo del hongo (Olivera y col., en preparación).

Una vez en producción, habría que hacer aportaciones de 30 l m⁻² cada 15-20 días (Sourzat, 1997), 30 l m⁻² cada 3 semanas (Fortuny y Estrada, 1986) o entre 30-50 l m⁻² por mes en función de la capacidad de retención del suelo (Verlhac y col., 1990), restando de estas cantidades las precipitaciones caídas.

III.1.3.5.- Podas.-

La poda de formación va encaminada a la consecución de un árbol con forma de cono invertido u oval, eliminando las ramas bajas y los rebrotes basales. Se podrá empezar a realizar a partir del tercer o cuarto año en función del vigor de la planta y es necesario que su intensidad sea baja, recomendándose realizarla anualmente. Posteriormente, a partir del décimo año, se pretende limitar el crecimiento de la parte aérea y evitar el cierre de copas (Ricard, 2003). En esta etapa la intensidad de poda puede ser más alta y con una frecuencia de 2-5 años (Reyna, 2000).

III.1.3.6.- Seguimiento de las plantaciones.-

El primer indicio de un buen desarrollo del hongo, que no determinantes para el éxito de la plantación, es la aparición de los quemados a partir del cuarto al séptimo año. No será hasta a partir del sexto al décimo año, cuando podremos obtener las primeras trufas. Hasta la llegada de este momento, para poder hacer el seguimiento de la evolución del hongo, se puede observar la proliferación de micorrizas del hongo en las raíces del árbol, o bien detectar el micelio en el suelo mediante técnicas moleculares (Suz y col., 2006; 2008).

III.1.4.- Comercialización y legislación.

La comercialización de hongos comestibles se rige por el Real Decreto 30/2009, de 16 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario. En este, se marcan las condiciones sanitarias aplicables a la producción, transformación y distribución de las setas frescas y setas conservadas para uso alimentario. El listado de especies silvestres objeto de comercialización de esta norma incluye seis especies del género *Tuber* (*Tuber aestivum*, *T. borchii*, *T. brumale*, *T. indicum*, *T. magnatum* y *T. melanosporum*). Además, la Norma CEE-ONU FFV-53 sobre la comercialización y control de la calidad comercial de trufas frescas (*Tuber*), del 2004, da toda una descripción de las características que han de cumplir y las categorías de las trufas para su comercialización, y un listado no exhaustivo de las especies que se incluyen (*Tuber melanosporum*, *T. brumale*, *T. indicum*, *T. aestivum*, *T. uncinatum*, *T. mesentericum*, *T. magnatum*, *T. borchii*, *T. macrosporum* y *T. gibbosum*).

La producción de trufa producida de España se comercializa a través de los mercados locales, pero existe una parte de ella que se comercializa directamente, bien en mercados internacionales (Francia especialmente), a restaurantes, viveristas de planta micorrizada o directamente a los consumidores finales (Reyna, 2007). Según los datos obtenidos del Dpto. de Aduanas y II.EE. de la Agencia Tributaria, España ha exportado de media durante el período 1995-2009 por valor medio anual de 8.495,6 miles de euros entre todas las especies de trufas comercializadas, con un máximo de 13.491 miles de euros en 2004 y un mínimo de 4.206 miles de euros en 1995.

Cataluña tiene un peso importante en la exportación de la trufa española, representado entre un 23% y un 25% del volumen total exportado durante el período de 1995 a 2009, alcanzando máximos puntuales en los años 2000, 2001 y 2002, con valores del 76%, 76% y 72% respectivamente.



Productos comercializados de trufa negra

III.2.- El cultivo de hongos sapróbios.

La producción de setas cultivadas apareció para dar respuesta al aumento del consumo de hongos y al intento de solucionar el inconveniente de que determinadas especies aparecen solamente en determinados meses del año y que no siempre están disponibles para el consumidor (Conesa, 2000). En los últimos años ha habido un gran incremento en la producción de hongos cultivados, sobre todo como resultado del aumento de la productividad de China (Boa, 2005; Marshall y Nair, 2009).

En España, se producen 126.463 t de hongos de cultivo por un valor aproximado de 40 millones de €. Cataluña, contribuye con 1.086 t (menos del 1% de la producción), de las cuales, 13 t están destinadas para uso interno de las explotaciones, 937 t para vender en fresco fuera de la explotación y 136 t para transformar fuera de la explotación (Datos CTFC, 2010).

En la actualidad existen 92 especies consideradas alimento y/o con propiedades medicinales que tienen opción de ser cultivadas. Sin embargo, la mayoría de la producción es debida a 3 especies que dominan los mercados comerciales: el champiñón (especies del género *Agaricus*), las distintas cepas de *Pleurotus ostreatus* y cepas de *Pleurotus cornucopiae*, conocidas como seta de cultivo, seta de ostra, gírgola, y diversos híbridos de las especies anteriores. Estas 3 especies representan cerca de un 75% de las especies cultivadas en el mundo, siendo el *A. bisporus* la especie más cultivada. Actualmente estas especies tienen un precio muy ajustado respecto a los costes de producción, con lo que el margen comercial es escaso.



Fructificaciones de *Agaricus bisporus* de cultivo



Fructificaciones de *Pleurotus ostreatus* de cultivo.
Foto: Miquel Fortuny

Por el contrario, las 89 especies restantes, hoy por hoy son cultivadas de manera aislada, lo que supone un potencial económico enorme, ya que éstas, pueden ofrecer al mercado nuevos sabores, aromas, texturas, colores, principios activos, etc. que el mercado demanda, principalmente el sector de

la restauración. La introducción de nuevas especies de setas en los sistemas de producción, permitirá revalorizar el producto y por consiguiente el rendimiento de la explotación.

Además, el cultivo de setas permite aprovechar el gran potencial enzimático de los hongos sapróbios para la transformación de biomasa forestal en biomasa fúngica, siendo una opción atractiva para el gestor o propietario forestal, lo que supone que el cultivo de especies sapróbios comestibles está en continuo crecimiento y diversificación. Se cultivan también algunas especies de hongos por las sustancias activas que contienen y su posible uso medicinal. Algunas especies de hongos se están estudiando en la actualidad por sus posibles aplicaciones terapéuticas. A nivel de ejemplo, podemos citar el gran interés que suscita *Trametes versicolor* (yesquero multicolor), como coadyuvante en el tratamiento de pacientes con lesiones cervicales por papilomavirus y también *Ganoderma lucidum* (pipa) por sus propiedades anticancerosas, inmunomoduladoras, hipoglucemiantes, hipolipemiantes y hepatoprotectoras, hoy perfectamente demostradas en los estudios experimentales realizados, aunque aún, con un número limitado de ensayos para poder establecer el valor clínico real de este hongo.

La capacidad de producir enzimas extracelulares capaces de degradar polímeros de origen vegetal (celulosa, hemicelulosa, lignina, y pectina) es uno de los rasgos más característicos de los hongos y en especial de los Basidiomycetes. Esta cualidad es la que nos permite utilizar restos orgánicos, tales como paja de cereales, serrín, restos de madera, residuos del desbroce del sotobosque, y poda de arbolado, para formular distintos sustratos en los que estos hongos serán capaces de desarrollarse, primero como micelio capaz de colonizar esta matriz orgánica y posteriormente desarrollar los cuerpos fructíferos, lo que denominamos setas.

En el cultivo de hongos sapróbios debemos de distinguir una serie de etapas o fases:

1. Aislamiento y obtención del micelio del hongo que se pretende cultivar. El micelio obtenido tiene que estar libre de contaminantes en sentido amplio: bacterias, mohos, ácaros y otros organismos.
2. Producción de cantidades adecuadas de inóculo. Eso representa la producción de una cantidad suficiente de micelio para poder sembrar (inocular) el sustrato destinado a producción industrial de las setas.
3. Preparación de un sustrato adecuado a la especie de hongo que deseamos cultivar. Eso implica la mezcla adecuada de ingredientes: restos orgánicos ricos en celulosa, agua, reguladores de pH (carbonato cálcico) y otros aditivos diversos.
4. Pasteurización o esterilización del sustrato.
5. Inoculación (siembra) del sustrato.
6. Incubación del sustrato inoculado en condiciones adecuadas de temperatura, humedad ambiental y ventilación tanto para el correcto crecimiento y colonización del sustrato por el micelio, como para la posterior fructificación, desarrollo y óptima cosecha de las setas.
7. Obtención de nuevos micelios. Estudios de compatibilidad y selección de nuevas cepas para atributos diversos: rendimiento en esporocarpos, resistencia a patógenos, características organolépticas (aroma, sabor, textura), producción de principios farmacológicamente activos en aquellos hongos de interés medicinal etc.

8. Desarrollos de sustratos alternativos y planteamientos de nuevos modelos de cultivos. Mejora del rendimiento de la explotación.

Debemos matizar que en general las etapas de aislamiento, escalado del inoculo y selección de nuevas cepas se debe de realizar en laboratorios o empresas especializadas debido a la necesidad de trabajar en condiciones estériles, así como, la selección de nuevas cepas y diseño de los test de compatibilidad. Estas fases requieren formación micológica específica.

Como ejemplo de especie de cultivo poco extendido todavía en Cataluña y con posibilidad de poder incrementarse tenemos el shitake (*Lentinula edodes*). Se trata de una especie especialmente adecuada para su producción en sustratos esterilizados de *Quercus spp.*, aunque también con sustratos formulados con mezclas de diferentes especies arbóreas. El mercado de hongo fresco de esta especie está creciendo en España y puede resultar atractivo para el productor, pues aunque están aumentando las importaciones (por incremento de la demanda) principalmente de China estas van principalmente al mercado de la conserva esterilizada y al de productos congelados. La preocupación creciente por el consumo de productos saludables, permite su incorporación, como ingrediente con alto valor añadido en matrices alimentarias para el desarrollo de nuevos alimentos, debido a que es un hongo con interesantes propiedades medicinales, muy utilizado como refuerzo del sistema inmunológico. Esas mismas virtudes posibilitan el desarrollo de canales alternativos de comercialización de este interesante hongo en sectores no alimentarios.



Fructificaciones de *Lentinula edodes* de cultivo

Existen en la actualidad muchas otras especies de hongos sapróbios que están siendo cultivados a nivel mundial y que tienen importantes posibilidades de desarrollo y que suponen una opción real para mejorar la rentabilidad de una explotación forestal, al margen de la diversificación del negocio y mejora de la cuenta de resultados.

Capítulo IV: Regulación, comercialización y aprovechamiento micológico

IV.1.- Regulación de la recolección de hongos silvestres comestibles.

IV.1.1.- Justificación y objetivos de la regulación.

Año tras año, el número de personas que recolectan setas va incrementando, ya sea por ocio o por motivos comerciales. Este incremento en el número de personas compromete los ingresos que los propietarios forestales pueden obtener del recurso micológico, además de comprometer la producción futura de este recurso.

Actualmente no hay regulación a nivel nacional de los aprovechamientos micológicos. Para solucionar este problema, algunas comunidades autónomas han desarrollado una normativa autonómica con incidencia en la regulación de los aprovechamientos micológicos, como son los casos de Aragón, Castilla y León, Comunidad Valenciana, La Rioja, Navarra y País Vasco. En Cataluña, no hay una normativa con incidencia en la regulación de los aprovechamientos micológicos, dejando al criterio del recolector muchos aspectos importantes relacionados con este recurso, como es el caso de la propiedad de las setas, especies que pueden ser recolectadas y/o cantidades que pueden recolectarse.

IV.1.2.- Marco legal de la regulación en Cataluña.

En Cataluña, la regulación de los aprovechamientos forestales se rige por la **ley 6/1988, de 30 de marzo**, forestal de Cataluña. En el **artículo 46.2** de esta ley se establece que “Pueden ser objeto de aprovechamiento forestal las maderas, las leñas, las cortezas, los pastos, los frutos, las resinas, las plantas aromáticas, las plantas medicinales, las setas (incluidas las trufas), los productos apícolas y, en general, los otros productos propios de los terrenos forestales”. Además, en el **artículo 46.2**, se establece que “El Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca puede regular el aprovechamiento de frutos, resinas, plantas aromáticas, plantas medicinales, setas (incluidas las trufas), productos apícolas y, en general, el de otros productos propios de los terrenos forestales”, y en el **artículo 49.2** se establece que “Los aprovechamientos de los productos señalados en el apartado 1 pueden ser sometidos a licencia: a) Si pueden malograr el equilibrio del ecosistema del bosque o la persistencia de las especies; b) Si exceden las cantidades fijadas por el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca”. Sin embargo, actualmente, en Cataluña, todavía no hay una normativa con incidencia en la regulación de los aprovechamientos micológicos en general, al contrario de las comunidades autónomas (Ventosa y Escartín, 2007).

APROFITAMENT DE BOLETS

PROHIBIT RECOL·LECTAR SENSE AUTORITZACIÓ

INFORMACIÓ: **monegal**
Sant Llorenç de Morunys
Tel. +34 973 492 369 - 689 387 317

www.monegal.com

Llei 6/1988. Forestal de Catalunya. Arts. 46.2 i 49.2

Señalización de aprovechamiento de setas en la finca privada "Monegal", Solsonès, Lleida.

IV.1.3.- Tipos y criterios de asignación de permisos.

En algunas comunidades autónomas españolas y en diversos países se han creado **licencias o permisos** que los recolectores deben obtener previamente a la recolección de las setas. Otro tipo de asignación de permisos son las **subastas micológicas** de los bosques, en los que empresas especializadas realizan el aprovechamiento micológico previa adjudicación de la subasta. Sin embargo, en otros casos no se ha optado por la recaudación sino que se ha estipulado una **normativa de recolección**, en la cual se limita el número máximo de kilogramos que se puede recoger de cada especie, el tamaño mínimo de recolección, así como las especies en que la recolección está prohibida.

En el caso de Cataluña, los tipos y criterios de asignación de permisos es un tema que todavía no está desarrollado así que los ejemplos de otras comunidades y/o países que tienen permisos serán muy importantes a la hora de plantear este tipo de regulación.

Expedición de licencias o permisos.- Permiten a los propietarios recaudar una cantidad de dinero por permitir la recolección de setas en sus bosques. Pueden expedirse permisos diarios, de fin de semana, de temporada, permisos con fines científicos-didácticos, permisos de carácter comercial, etc., cada uno de ellos con diferente precio. Esta práctica, además de permitir obtener un rendimiento económico a los propietarios, permite gestionar la afluencia de recolectores y la cantidad de setas extraídas, para así evitar el deterioro del medio. Los mayores inconvenientes de este tipo de regulación, radican en la emisión de los permisos, la señalización y en la vigilancia.

El cobro de licencias por parte de los propietarios, debería permitir destinar una parte de esta recaudación a la gestión micoforestal de los bosques, beneficiando la producción y calidad maderera y la producción micológica, al mismo tiempo que haría que los bosques fueran más atractivos y accesibles para los recolectores a la hora ir a buscar las setas.



Pinares con aprovechamiento micológico regulado y expedición de permisos en Las Paules (Huesca)



Pinares con aprovechamiento micológico regulado en Soria (Castilla y León). Foto: Fernando Martínez Peña

Subastas micológicas.- Se trata de un tipo de asignación de permisos en el que se realiza un arrendamiento del aprovechamiento micológico mediante subasta pública o privada en función de la titularidad de la propiedad. Este tipo de permiso permite al propietario obtener un rendimiento económico importante despreocupándose de la vigilancia y de la emisión de permisos como en el supuesto anterior. Es muy importante que en el pliego de condiciones se especifiquen detalladamente aspectos relativos a las prácticas de recolección, listado de especies cuya recolección está permitida, estado de desarrollo en el que está permitida la recolección, etc.

Normativa de recolección.- Cuando se habla de una normativa de recolección, se hace referencia a prácticas prohibidas, sistemas y métodos de recogida, pero sin hacer referencia a la titularidad del bosque ni a la gestión del aprovechamiento. Por norma general, se imponen restricciones generales a la hora de recolectar las setas, como el máximo de kilogramos, especies que pueden o no ser recolectadas, tamaños mínimos que deben de tener antes de ser recolectadas, estado de desarrollo en el que pueden ser recolectadas (ejemplo: la recolección de *Amanita caesarea* está prohibida en ciertos países cuando está en forma de huevo), prácticas de recolección prohibidas (como puede ser el uso del rastrillo), etc.

Este tipo de normativas/restricciones favorece la sostenibilidad del recurso, pero no protege al propietario del recurso al no establecer ningún tipo de restricción a la recogida en base a la titularidad del bosque. Sin embargo, una reglamentación es básica para cualquier opción de asignación de permisos,

y a la hora de defender éste recurso procedente del bosque que corre el peligro de verse dañado si se continúa actuando como hasta ahora, “**sin ningún tipo de control**”. Cabe señalar que es necesario desarrollar un reglamento asociado a la normativa que permita sancionar en caso de no cumplirse con la normativa y asignar un personal que haga cumplir la normativa.

IV.1.4.- Plan de vigilancia y señalización.

Ante cualquier tipo de asignación de permisos y normativa, es extremadamente importante desarrollar una red de vigilancia que permita controlar el flujo de visitantes, así como, asegurar que se cumplan todas las normas de recolección, preservación del medio ambiente y seguridad del visitante. La vigilancia puede ser privada o pública (agentes rurales y/o mossos de escuadra), pero deben de disponer de un reglamento sancionador que les permita actuar.

Otro aspecto importante a desarrollar es la señalización. A la hora de realizar un aprovechamiento regulado de setas, es obligatorio señalar el perímetro mediante tablillas. Además, la existencia de una señalización pedagógica secundaria a lo largo de los caminos permite informar al recolector sobre las distintas especies que pueden encontrarse, comestibles y tóxicas, con el fin de reducir las intoxicaciones provocadas por el consumo de setas tóxicas. Permite a su vez orientar a los recolectores y reducir el número de rescates por parte de los bomberos.

IV. 2.-La comercialización de hongos.

IV.2.1.- Marco legal de la comercialización de los hongos.

A nivel internacional, algunos países como, Italia, Francia y Suiza han desarrollado una legislación que incide en la regulación de este recurso, rigiendo la comercialización por leyes de comercialización muy concretas (Urrutia, 2001; García, 2004; Boa, 2005; Ventosa y Escartín, 2007).

En la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición la comercialización de setas para uso alimentario se rige por el **Real Decreto 30/2009, de 16 de enero**, por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario. Este Decreto regula los aspectos que, desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, debe reunir la comercialización de setas tanto silvestres como cultivadas. Por otra parte, establece los requisitos exigibles a las setas y los que deben cumplir las empresas que intervienen en su producción, transformación y distribución. Además especifica las 58 especies silvestres que pueden ser comercializadas en fresco, las 34 especies cultivadas que pueden ser comercializadas, los 2 géneros que sólo pueden ser objeto de comercialización tras un tratamiento y las 88 especies y géneros que no se pueden comercializar. En el **BOE, del 6 de Febrero de 2004**, (Orden SCO/190/2004 del 28 de Enero) sale publicada la relación de plantas y setas que quedan prohibidas o restringidas su venta, en función de su toxicidad. Además, en el **BOE nº 258 existe la ORDEN SCO/3303/2006, de 23 de octubre**, se prohíbe cautelarmente la comercialización de la seta *Tricholoma equestre*.

IV.2.2.- Canales de comercialización de setas en Cataluña.

Las setas silvestres una vez recolectadas en los bosques por aficionados, profesionales, desempleados, estudiantes, etc., son vendidas a pie de carretera, en restaurantes, pequeños comercios o transportadas a pequeños comerciantes que las compran. Y a su vez éstos, las venden directamente al público, a restaurantes, a pequeños comercios y/o a intermediarios que compran grandes cantidades de setas. Son principalmente los intermediarios los que hacen llegar las setas a los principales mercados de Cataluña. Sus principales canales de comercialización son: mercados y ferias, a través de mayoristas, HORECA (Hotelería, Restauración, Cafeterías) y productos gourmet.

Este tipo de comercialización presenta una serie de inconvenientes que será necesario resolver. Cualquiera persona puede recoger setas en los bosques y venderlas sin ningún tipo de licencia que lo acredite, las setas recolectadas no pasan ningún control sanitario que certifique que sean aptas para su consumo, es casi imposible conocer la trazabilidad del producto y los compradores compran las setas a los recolectores sin ningún tipo de factura o documento que acredite la compra. Para evitar ésta serie de inconvenientes, se plantea la creación de lonjas micológicas como se han creado en Castilla y León.

Las lonjas de setas o micológicas pretenden regular la comercialización y la posterior distribución de las setas que se recolectan en los bosques. Éstos lugares de encuentro, permiten realizar las transacciones de compra-venta de setas silvestres de una manera transparente, se tiene un control sanitario de las setas, se determinan las calidades del producto y, en todo momento, se conoce la trazabilidad del producto.



Lonja micológica de Jimena de la Frontera. Foto: Ayuntamiento de Jimena.

IV.2.3.- Posibilidad de creación de una marca o sello de calidad.

En el mercado se pueden encontrar muchos productos elaborados con setas de iguales o similares características, dificultando al consumidor la visibilidad del producto. Los empresarios tienen que atraer al público consumidor y lograr la preferencia y lealtad a sus productos. Para lograrlo es necesario crear productos diferenciadores, en los que la calidad del producto prime ante todo. La implantación de un Sello o Marca de Calidad aumenta la confianza de los consumidores y la visibilidad del producto entre el público.

Dentro de las ventajas que puede suponer la obtención de la marca de garantía de calidad, además de ofrecer una mayor confianza al consumidor, puesto que se trata de un producto certificado que contiene una calidad diferenciada y superior, también garantiza las mejores características organolépticas del producto, uniformidad del producto amparado en rigurosos controles de calidad y certificación, haciendo que el valor económico del producto final sea mayor. Además, mejora la imagen de la comarca, provincia o comunidad autónoma que lo comercializan y permite divulgar sus productos, mostrando una estrategia de diferenciación de otras empresas o regiones.

Sin embargo, un Sello o Marca de calidad requiere de un control de las especies que se recogen en los bosques y se comercialicen en los mercados que no pongan en peligro la salud del consumidor requiriendo de una cantidad más o menos constante de producto a lo largo de

la temporada. Estos requerimientos pueden ser subsanados a través de la creación de lugares donde se hagan las transacciones de compra-venta de las setas silvestres, como son las lonjas micológicas.



Logotipo de marca de calidad "Setas de Castilla y León" creada en 2010.

IV.2.4.- Técnicas de conservación de hongos.

Existen diferentes técnicas de conservación de hongos, todas ellas muy sencillas. En el mercado existe una infinidad de productos elaborados con hongos, con una gran variedad oriunda, principalmente, de los países asiáticos. Sin embargo, cualquier persona puede conservar los hongos mediante sencillas técnicas de conservación de hongos. A la hora de escoger una u otra técnica solo hay de tener en cuenta el tipo de hongo que se quiere conservar.

Hongos desecados. Para desecar los hongos hay que limpiarlos con rapidez nada más llegar a casa después de recolectarlos, pero sin lavarlos. Se les quita la suciedad con un cuchillo y un trapo o brocha y se cortan en rodajas de no más de cuatro milímetros de espesor. Una vez

limpios, se extienden sobre un papel de embalar y se cubren con una tela de mosquitero. Han de almacenarse en un lugar en el que corra el aire, pero resguardados de la luz. También se pueden desecar insertados en un hilo en forma de collar y colgados en una habitación seca, sin humedad y a temperatura constante. Una vez que los hongos están secos se guardan en tarros de rosca y se cierran bien. Para utilizarlos de nuevo sólo hay que remojarlas en agua.

Hongos en aceite. Se emplea para hongos con gran cantidad de carne o gran tamaño. Se utilizan ejemplares jóvenes y frescos de hongos como los de los géneros *Boletus* y *Lactarius* (nízcalos) o los champiñones. Hay que limpiar y lavar los hongos. Se escaldan sumergidos en agua hirviendo durante 2 minutos y se dejan enfriar. Después se les añade un poco de sal y/o hierbas aromáticas, se los introduce en un frasco esterilizado, se cubren con aceite de oliva y se cierra herméticamente.

Hongos en vinagre. Una vez limpios y lavados se cuecen de dos o tres minutos en una mezcla de vinagre suave y agua (en proporción de dos a uno) con sal y unos granos de pimienta, unas hojas de laurel y un poco de ajo. Una vez cocidos, se meten en tarros limpios. El líquido de la cocción se vuelve a cocer, se cuele y se vierte en los tarros sobre los hongos, que se cierran al momento. Así, los hongos pueden conservarse durante meses, eso sí, guardados siempre en un lugar fresco.

Hongos en sal. Se utilizan 50 gramos de sal gorda por cada medio kilo de hongos. Los hongos se limpian, se lavan y se secan bien, se meten en tarros y se alternan capas de hongos y sal. La última capa debe ser de sal. Antes de consumirlos hay que lavarlos bien con agua. Algunas de las especies

más indicadas para este tipo de conservación son las del género *Boletus* y *Lactarius* (nízcalos).

Hongos congelados. Se limpian, se lavan, se cortan en rodajas y se escaldan en agua hirviendo dos minutos. Se pueden congelar crudos y cortados en láminas. Después se escurren, se secan con un paño y se meten en bolsas o en recipientes especiales para congelador. Han de mantenerse 24 horas en el congelador a frío intenso y después se vuelve a regular el congelador a temperatura normal, es decir, a unos 18 grados bajo cero. Así se conservan hasta seis meses. Se pueden congelar los hongos cocinados. Los más adecuados son: los hongos de carne firme, como los de los géneros *Boletus* y *Lactarius* (nízcalos) y los champiñones.

Hongos en salmuera: Se limpian, se lavan, se escaldan dos minutos en agua hirviendo, se escurren y se meten en un tarro limpio. La salmuera, compuesta por 75 gramos de sal por cada medio litro de agua, se hierva y se deja enfriar. Una vez fría, se vierte en el tarro cubriendo bien los hongos. Se termina de cubrir con un dedo de aceite de oliva y se cierra bien el tarro.

Hongos en polvo. Se limpian y se ensartan en un hilo en forma de collar. Se guardan en un lugar seco. Una vez secados, se trituran y se introducen en botes con cierre hermético. Se utilizan para elaborar salsas, cremas y sopas.

IV.3.- Micoturismo, sensibilización social y educación ambiental

En Cataluña, además de la importancia comercial y alimentaria, los hongos atraen, año tras año, a miles de personas a los bosques por su componente turístico-recreativo. En la mayoría de las ocasiones, los recolectores aficionados tienen un coste de viaje asociado a la recolección (gasto de gasolina, de hostelería, etc.), mayor que el valor económico de las setas recolectadas (Martínez de Aragón y col., 2011). Este valor negativo se compensa gracias al valor turístico-recreativo que ofrecen los bosques y su entorno al recolector. En definitiva, el recolector no tan solo valora las setas recolectadas sino que también valora la acción de ir al bosque a buscarlas.

La promoción del valor turístico que proporciona los setas, versus bosques, pueblos, comarcas, etc., se presenta como una oportunidad para las comarcas de montaña que no se debe de dejar escapar. A pesar de tratarse de turismo estacional, los recolectores descubren nuevos lugares a los que poder volver también en otras épocas del año alargando de esta forma la actividad a un periodo de tiempo mayor y evitando la estacionalidad.

El turismo micológico o micoturismo, debe de ser entendido como una actividad turística que promueva la conservación del recurso micológico y el desarrollo local, incluyendo aprendizaje e interpretación de la micología. Desarrollar el turismo micológico es una labor que requiere implicación, planificación e inversión.

Implicación, compromiso y unidad

(todos a una): Quizás lo más difícil, pero a su vez fundamental para tener éxito. La implementación del micoturismo conlleva una implicación, compromiso y unidad de todos los representantes de los sectores afectados (ayuntamientos, patronato de turismo, propietarios forestales, gremio de hostelería, asociaciones micológicas, etc.).

Planificación: En la planificación se definirán los objetivos que se pretenden conseguir a corto, medio y largo plazo y como llevarlos a cabo, siempre teniendo presente la conservación del recurso micológico.

Inversión: Es esencial poner en marcha una serie de estructuras de apoyo y establecimientos especializados que permitan al visitante tener una idea exacta de las ventajas que tiene su estancia y también como puede emplear su tiempo. La disponibilidad de infraestructuras (puntos de información, lonjas micológicas, museo micológico, etc.), señalizaciones (itinerarios o rutas micológicas, paneles gráficos, material informativo, etc.), empresas micológicas (servicios de guías micológicos, micoempresas asociadas a la transformación y comercialización, etc.), promociones (ferias, jornadas, cursos, etc.) y oferta turística (red de restaurantes, bares y alojamientos micológicos), ayudarán al visitante a la hora de elegir el destino.



Señalización de ruta micológica en Sant Llorenç de Morunys, finca "Monegal", Solsonès, Lleida.

La recolección de setas es una actividad social que se encuentra en continuo desarrollo, cada vez más ligado a actividades y recursos naturales. La recogida de setas es una de las actividades turísticas que está creciendo con más fuerza, a la que cada año se le está incorporando un mayor número de personas que quieren ir al campo con la intención de buscar setas y, en su defecto, comprarlas en los establecimientos cercanos a los bosques visitados. El aumento del número de personas interesadas en la micología, con escasos o nulos conocimientos micológicos, abre la puerta a nuevas actividades de negocio, como por ejemplo empresas de servicios de guías micológicos. Una actividad que, bien gestionada, puede originar nuevas fuentes de empleo en un medio donde hay escasez de empleo.

Un guía micológico debe de ser un profesional especializado en la micología, con una formación específica para poder transmitir conocimientos de forma didáctica, para realizar campañas de sensibilización e información y para gestionar este recurso de forma sostenible.

Glosario

A

Acícula: Aguja de la conífera.

Aprovechamiento: Todo uso del monte o utilización de los productos y recursos naturales renovables que se generen en el mismo como consecuencia de los procesos ecológicos que en él se desarrollan, como madera, caza, hongos, pastos, leñas, frutos, corcho, productos apícolas, plantas aromáticas y otros posibles que, al menos potencialmente, puedan generar ingresos.

Asca: En *Ascomycetes*, célula en forma de "as de bastos" o redonda que lleva dentro las esporas.

Ascomycete: Grupo de hongos superiores, cuyas esporas de origen sexual se encuentran encerradas en ascas.

Autótrofo: Ser vivo con o sin clorofila, capaz de sintetizar por sí mismo hidratos de carbono.

B

Basidio: En *Basidiomycetes*, célula ancha y corta que lleva en su exterior las esporas.

Basidiomycete: Grupo de hongos superiores, en los que las esporas de origen sexual, se forman en el exterior de los basidios.

Biótico: Relativo a los seres vivos.

C

Caducifolio: Árbol o arbusto al que se caen las hojas durante la estación desfavorable.

Carpóforo: Cuerpo fructífero de los hongos superiores. Equivale a seta.

Clase de edad: Cada uno de los intervalos en que se dividen las edades de los árboles para su clasificación y destino. Se aplica el término a los grupos de árboles que corresponden a cada clase de edad.

Ciclo biológico: Referido al desarrollo de una especie a partir de la espora y hasta alcanzar de nuevo esta misma fase.

Conífera: Árbol de hoja acicular persistente, que se caracteriza por sus frutos agrupados en conos.

Coprófilo: Que vive preferentemente sobre estiércol o excrementos.

Corro de brujas: Forma de fructificación de algunos hongos en círculos.

Cuerpo fructífero: Ver *carpóforo*.

E

Ecosistema: Comunidad de los seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente.

Especie: Nombre compuesto de dos palabras con el que se designan los seres vivos.

Espora: Estructura reproductora de los hongos que tiene dimensiones microscópicas.

Esporocarpos: También llamado cuerpo fructífero o cuerpo de fructificación. Ver *carpóforo*.

F

Fenología: Estudio del tiempo o las fechas en la que ocurren los ciclos vitales de los organismos en la naturaleza, especialmente los relacionados con factores climáticos.

Fotosíntesis: Proceso que realizan las plantas para transformar el agua y nutrientes del suelo en carbohidratos, gracias a la luz del sol y a la absorción de dióxido de carbono.

Fructificación: Estrictamente se refiere a las angiospermas, aunque por extensión lo aplicamos al proceso de formación de carpóforos o setas de un hongo cualquiera.

Fúngico: En general, relativo a los hongos.

Fustal: Masa forestal constituida por pies que han llegado al estado adulto de su desarrollo y en el que cesa el crecimiento en altura continuando el crecimiento en diámetro.

G

Género: Grupo taxonómico formado por especies que presentan características similares; es una categoría superior a especie e inferior a familia.

H

Hábitat: Lugar donde vive o habita un ser vivo.

Heliófilo: Se dice de aquellos hongos que necesitan o tienen preferencia por exposición a la luz solar, para poder vivir.

Heterótrofo: Ser vivo sin clorofila, incapaz de sintetizar hidratos de carbono a partir de elementos inorgánicos.

Hongo: Organismo heterótrofo (sapróbio, parásito o simbiote) que se reproduce por esporas.

Humus: Mantillo o tierra de origen vegetal resultado de la descomposición final de la materia orgánica.

L

Latizal: Clase natural de edad juvenil de una masa forestal que se suele caracterizar por su máximo crecimiento en altura e intensa poda natural.

Lignícola: Que vive sobre madera.

M

Materia orgánica: Restos de seres vivos.

Micelio: Conjunto de hifas entrelazadas que forman el talo de un hongo.

Micología: Ciencia que estudia los hongos.

Micorriza: Asociación simbiótico-mutualista entre la raíz de una planta y un hongo.

Micorrícico: Con capacidad de formar micorrizas.

O

Ordenación: Del recurso micológico, es la aplicación de los principios técnicos de la micología forestal y de la economía para planificar y gestionar de forma sostenible el aprovechamiento micológico de forma que proporcione el máximo de utilidades a la sociedad.

P

Parásito: Ser vivo que vive a costa de otro al que perjudica.

pH: Indicador de acidez o alcalinidad del suelo u otras sustancias.

Planifolio: Árbol o arbusto de hoja plana.

R

Recurso micológico: Conjunto de especies fúngicas, capacidades y utilidades relacionadas con la micología que existen en la naturaleza.

S

Sapróbio: Organismo heterótrofo que se nutre de materia orgánica en descomposición.

Seta: Carpóforo o cuerpo fructífero de los hongos macroscópicos o superiores.

Simbiótico: Que vive asociado a otro organismo, desarrollando una vida en común, y de cuya relación obtienen un mutuo beneficio.

Sostenible: Dicho de un proceso que puede mantenerse por sí mismo.

Sucesión: En los hongos, proceso por el cual la composición de especies fúngicas de un determinado lugar va cambiando a lo largo del tiempo.

Sustrato: Medio nutritivo donde viven y se desarrollan hongos.

T

Temporadas micológicas: Espacios de tiempo de mayor producción de setas a lo largo del año.

Termófilo: Se aplica a aquellas especies de clima cálido.

Tóxico: Perteneciente o relativo a un veneno o toxina.

Bibliografía

AYER, F.; ZINGG, A.; PETER, M. y EGLI, S. 2006. Effets de la densité des tiges des pessières de substitution sur la diversité et la productivité des macromycètes d'une forêt du plateau Suisse. *Revue Forestière Française*, LVIII, 5: 433-448.

BECERRIL, J.J. 1996. Influencia de las claras selvícolas en la producción micológica de masas de *Pinus sylvestris* L. de la provincia de Lleida. Proyecto fin de carrera. E.T.S. d'Enginyeria Agrària. Universitat de Lleida.

BENCIVENGA, M. y GRANETTI, B. 1988. Ricerca comparativa sulle esigenze ecologiche di *Tuber magnatum* Pico e *Tuber melanosporum* Vitt. dell'Italia centrale. *Annali della Facolta di Agraria, Universita degli Studi di Perugia*, 42: 861-872.

BENCIVENGA, M., CALANDRA, R. y GRANETTI, B. 1990. Ricerche sui terreni e sulla flora delle tartufaie naturali di *Tuber melanosporum* Vitt. dell'Italia Centrale. En: *Atti del Secondo Congresso Internazioanle sul Tartufo*, 24-27 noviembre 1988, Spoleto, Itàlia, pp. 337-374

BOA, E. 2005. Productos Forestales No Madereros 17. Los hongos silvestres comestibles. Perspectiva global de su uso e importancia para la población. FAO, Roma. 163 pp.

BODDY, L. y WATKINSON, S.C. 1995. Wood decomposition, higher fungi, and their role in nutrient redistribution. *Canadian Journal of Botany*, 73(1): 1377-1383.

BONET, J.A. y COLINAS, C. 2000. Truficultura, una alternativa rentable para las zonas de media montaña. *Revista de desarrollo rural y cooperativismo agrario*, 3: 153-162.

BONET, J.A.; DE-MIGUEL, S.; MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.; PUKKALA, T. y PALAHÍ, M. 2012. Immediate effect of thinning on the yield of *Lactarius* complex in *Pinus pinaster* forests in North-Eastern Spain. *Forest Ecology and Management*, 216:211-217

BONET, J.A.; FISCHER, C.R. y COLINAS, C. 2004. The relationship between forest age and aspect on the production of sporocarps of ectomycorrhizal fungi in *Pinus sylvestris* forest of the central Pyrenees. *Forest Ecology and Management*, 203: 157-175.

BONET, J.A.; FISCHER, C.R. y COLINAS, C. 2006. Cultivation of black truffle to promote reforestation and land-use stability. *Agronomy for Sustainable Development*, 26: 69-76.

BONET, J.A.; PALAHÍ, M.; COLINAS, C.; PUKKALA, T.; FISCHER, C.R.; MIINA, J. y MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J. 2010. Modelling the production and species richness of wild mushrooms in pine of the Central Pyrenees in northeastern Spain. *Canadian Journal of Forest Research*, 40: 347-356.

BONET, J.A.; PUKKALA, T.; FISCHER, C.R.; PALAHÍ, M.; MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J. y COLINAS, C. 2008. Empirical models for predicting the yield of wild mushrooms in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in the Central Pyrenees. *Annals of Forest Science*, 65: 206-214.

BURRIEL J.A.; GRACIA C.; IBÀÑEZ J.J.; MATA T. y VAYREDA J. 2000-2004. *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya*. CREAF, Bellaterra. ISBN de la sèrie: 84-931323-0-6.

CALLOT, G. y JAILLARD, B. 1996. Incidence des caractéristiques structurales du sous-sol sur l'entrée en production de *Tuber melanosporum* et d'autres champignons mycorrhiziens. *Agronomie*, 16: 405-419.

CAMARASA, J.M. y OTROS. 1993. *Mediterrànies*. Biosfera, 5, 439 pp. Fundació Enciclopedia Catalana. Barcelona. ISBN:84-7739-560-8.

CERES. 2008. Consulta sobre aspectos relacionats amb la recollida de bolets en el marc de l'òmnibus Catalunya. Informe Resum. Reus, 18 pp.

COLINAS, C.; CAPDEVILA, J.M.; OLIACH, D.; FISCHER, C.R. y BONET, J.A. 2007. Mapa d'aptitud per al cultiu de la tòfona negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) a Catalunya. Mapa de aptitud para el cultivo de la trufa negra (*Tuber melanosporum* Vitt.) en Cataluña. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona. 134 pp. ISBN: 978-84-611-7637-3.

CONESA, J.A. 2000. Altres aprofitaments forestals. Universitat de Lleida. 377 pp.

CUELLO, J. 2007. Els noms dels bolets. *Lynx*. 496 pp. ISBN: 978-84-96553-39-2.

DELMAS, J. 1989. Les champignons et leur culture. Culture actuelle et potentielle des champignons supérieurs. La Maison Rustique. Paris

DELMAS, J. y POITOU, N. 1973. La truffe et ses exigences écologiques. *Pépinieristes Horticulteurs Maraichers*, 144: 33-39.

DELMAS, J.; BRIAN, C.; DELPECH, P. y SOYER, J.P. 1981. Application de l'analyse en composantes principales à une tentative de caractérisation physico-chimique des sols trufficoles français. *Mushroom Science*, 11(2): 855-867.

DELMAS, J.; CHEVALIER, G.; VILLENAVE, P. y BARDET, M.CH. 1982. Mécanique des sols et mycorrhizes de *Tuber melanosporum*. *Les Colloques de l'INRA*, 13: 0329-0335.

DÍAZ, L.; ÁLVAREZ, A. y ORIA DE RUEDA, J.A. 2003. Integración de la producción fúngica en la gestión forestal. Aplicación al Monte Urcido (Zamora). *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* 12 (1): 5-19.

DIGHTON, J. y MASON, P.A. 1985. Mycorrhizal dynamics during forest tree development. En: Moore, D.; Casselton, L.A.; Woods, D.A. y Frankland, J.C. (Eds.). *Developmental Biology of higher fungi*. British Mycol. Soc. Symp. 10. Cambridge University, Cambridge, pp 117-139.

EGLI, S.; AYER, F.; PETER, M.; EILMANN, B. y RIGLING, A. 2010. Is forest mushroom productivity driven by tree growth?. Results from a thinning experiment. *Ann. For. Sci.* 67 (5): 509. DOI: 10.1051/forest/2010011.

FISCHER, C.R. y COLINAS, C. 1996. Methodology for certification of *Quercus ilex* seedlings inoculated with *Tuber melanosporum* for commercial application. En: *Proceedings of the 1st International Conference in Mycorrhizae*. Berkeley, California, EEUU.

FORTUNY, M. y ESTRADA, J.M. 1986. La truficultura. Guía práctica para la plantación y el cultivo de la trufa. 28 pp.

GARCÍA-MONTERO, L.G.; MANJÓN, J.L. y CASERMEIRO, M.A. 2001. Análisis productivo y caracterización ecológica primaria de *Quercus faginea* Lam. como simbionte de *Tuber melanosporum* Vitt. En: *Actes du Ve Congrès International, Science et culture de la truffe*, 4-6 marzo 1999, Aix-en-Provence, Francia, pp. 4209-4213.

GARCÍA, J.M. 2004. Los aprovechamientos micológicos en España. Régimen Jurídico. Dykinson, S. L. Madrid. 214 pp.

GRENTE, J. y DELMAS, J. 1974. Perspectives pour une trufficulture moderne. Ed. INRA. Clermont-Ferrand. 65 pp.

HARLEY, J.L. y SMITH, S.E. 2008. Mycorrhizal symbiosis. 3rd ed. Academic Press, Inc., London, U.K.

HERNANDEZ, A. 1994. Líneas de investigación sobre trufa. En: *Actas de las I Jornadas Internacionales de Truficultura*, Ed. ASOPIVA, Abejar, Soria.

HINTIKKA, V. 1988. On macromycete flora in oligotrophic pine forest of different ages in South Finland. *Acta Bot. Fennica*, 136: 98-94.

KALAMEES, K. y SILVER, S. 1988. Fungal productivity of pine heaths in North-West Estonia. En: Vännine, I. & Raatikainen M. (Eds.) *Proceedings of the Finnish-Soviet symposium on timber forest resources in Jyväskylä*. Finland, 1986. *Acta Bot. Fennica*, 136: 95-98.

KARDELL, L. y ERIKSSON, L. 1987. The effect of forest operations on the production of edible mushrooms. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Fidskrift*, 2(87): 3-24.

KIRSI, M. y OINONEN, P. 1981. Mushroom yields in 10-year-old coppice after spraying with MCPA. *Karstenia*, 21: 1-8.

LLIMONA, X. y 31 Autores Más. 1990. *Història natural dels Països Catalans*. Tomo 5: Fongs i líquens. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona. 528 pp.

LUOMA, D.L.; EBERHART, J.L.; MOLINA, R. y AMARANTHUS, M.P. 2004. Response of ectomycorrhizal fungus sporocarp production to varying levels and patterns of green-tree retention. *For. Ecol. Manag.* 202 (1-3): 337-354.

- MARKS, G.C. y KOZLOWSKI, T.T.** 1973. Ectomycorrhizae: their ecology and physiology. New York: Academic Press; 444 pp.
- MARSHALL, E. y NAIR, N.** G. 2009. Make money by growing mushrooms. FAO. Roma. 2009.
- MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.** 2005. Producción de esporocarpos de hongos ectomicorrícicos y valoración socioeconómica. Respuesta de estas comunidades a incendios forestales. C. Colinas González (tut.). Tesis Doctoral, Escola Tècnica Superior D'Enginyeria Agrària. Universitat de Lleida.
- MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.; BONET, J.A.; FISCHER, C.R. y COLINAS, C.** 2007. Productivity of ectomycorrhizal and selected edible saprotrophic fungi in pine forest of the prépyrenees mountains, Spain: Predictive equations for forest management of mycological resources. *Forest Ecology and Management*, 252: 239-256.
- MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.; GONZÁLEZ-OLABARRIA, J.R. y BONET, J.A.** En preparación. Extrapolating Inventory data for assessing mushroom production at regional level.
- MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.; FISCHER, C.R.; BONET, J.A.; OLIVERA, A.; OLIACH, D. y COLINAS, C.** 2012. Economically profitable post fire restoration with Black Truffle (*Tuber melanosporum*) producing plantations. *New Forests*.
- MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.; RIERA, P.; GIERGICZNYC, M. y COLINAS, C.** 2011. Value of wild mushroom picking as an environmental service. *Forest Policy and Economic*, 13: 419-424.
- MARTÍNEZ-PEÑA, F.** 2003. Producción y aprovechamiento de *Boletus edulis* Bull.: Fr. en un bosque de *Pinus sylvestris* L. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León, 134 pp.
- MASCLANS, F.** 1975. Els Noms Catalans dels Bolets. Ed. Institut d'Estudis Catalans. 78 pp. ISBN:84-7283-103-5.
- MOLINA, R.; O'DELL, T.; LUOMA, D.; AMARANTHUS, M.; CASTELLANO, M. y RUSSELL, K.** 1993. Biology, ecology and social aspects of wild edible mushrooms in the forests of the Pacific Northwest: a preface to managing commercial harvest. USDA Forest Service, PNW Res. Sta. General Technical Report PNW-GTR-309.
- MORCILLO, M. y SÁNCHEZ, M.** 2000. ¿Por qué es tan difícil cultivar hongos micorrícicos comestibles?. *Micología Forestal & Aplicada*, Vilanova i la Geltrú, Barcelona. 1-5 pp.
- NOGUÉ, S.; SIMÓN, J.; BLANCHÉ, C. y PIQUERAS, J.** 2009. Intoxicaciones por plantas y setas. Área científica MENARINI. Badalona, 89 pp. D.L.: B-5126-2009.
- OHENOJA, E.** 1988. Effect of forest management procedures on fungal fruit body production in Finland. *Acta Bot. Fennica*, 136: 81-84.
- OLIACH, D.; BONET, J.A.; FISCHER, C.R.; MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.; SUZ, L.M. y**

- COLINAS, C.** 2005. Guia tècnica per al cultiu de tòfona negra (*Tuber melanosporum* Vitt.). Ed. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, 30 pp. ISBN 84-689-5025-4.
- OLIVERA, A.; FISCHER, C.R. y COLINAS, C.** En prep. Water requirements in the establishment phase of black truffle orchards (*Tuber melanosporum* Vitt.) with holm oak (*Quercus ilex* L.).
- OLIVERA, A.; FISCHER, C.R.; BONET, J.A.; MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.; OLIACH, D. y COLINAS, C.** 2011. Weed management and irrigation are key treatments in emerging black truffle (*Tuber melanosporum*) cultivation. *New Forests*. DOI 10.1007/s11056-011-9249-9.
- OLIVIER, J.M.; SAVIGNAC, J.C. y SOURZAT, P.** 1996. Truffe et trufficulture. Ed. Fanlac, Périgueux, Francia, 263 pp. ISBN 2-86577-180-6.
- OLIVIER, J.M.; SAVIGNAC, J.C. y SOURZAT, P.** 2002. Truffe et trufficulture. Ed. Fanlac, Périgueux, França, 263 pp. ISBN 2-86577-228-4.
- ORIA DE RUEDA, J.A.** 2007. Hongos y setas: Tesoro de nuestros montes. Cálamo, Palencia, 275 pp.
- ORTEGA-MARTÍNEZ, P.; ÁGUEDA, B.; FERNÁNDEZ-TOIRÁN, L.M. y MARTÍNEZ-PEÑA, F.** 2010. Tree age influences on the development of edible ectomycorrhizal fungi sporocarps in *Pinus sylvestris* stands. *Mycorrhiza*, 21(1): 65-70.
- PALAHÍ, M.; PUKKALA, T.; BONET, J.A.; COLINAS, C.; FISCHER, C.R. y MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.** 2009. Effect of the Inclusion of Mushrooms Values on the Optimal Management of Even-Aged Pine Stands of Catalonia. *Forest Science*, 55(6): 503-511.
- PALAZÓN, C., DELGADO, I. y BARRIUSO, J.** 2000. Instalación de trufas artificiales requerimientos y posibilidades de cultivo. Las Jornadas Internacionales sobre Truficultura en Aragón. 21 y 22 de Octubre de 1999. Servicio de Investigación Agroalimentaria. Oficina Comarcal Agroambiental de Gaus. Gobierno de Aragón, pp. 75-137.
- PÉREZ-ARMENDÁRIZ, B.; MAYETT, Y. y MARTÍNEZ-CARRERA, D.** 2010. Propiedades nutricionales y medicinales de los hongos comestibles. *Saberes compartidos*, 5:5-11.
- PILZ, D.; MOLINA, R. y MAYO, J.** 2006. Effect of thinning young forests on Chanterelle mushroom production. *J. For. Ecol.*, 104; 9-14.
- PIQUÉ, M.; BELTRÁN, M.; VERICAT, P.; CERVERA, T.; FARRIOL, R. y BAIGES, T.** 2011. Models de gestió per als boscos de pi roig (*Pinus sylvestris* L.): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals. Sèrie: Orientacions de gestió forestal sostenible a Catalunya (ORGEST). Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 186 pp.
- POITOU, N.** 1987. Le sol. Cas particulier des sols truffiers. En: Congrès de la trufficulture. 27-28 novembre 1987, Saintes, Francia, pp. 11-16.

- POITOU, N.** 1988. Les sols truffiers. Choix du sol: prélèvement, analyse, correction, oligo-éléments. En: Journées Nationales de la Truffe, St. Paul Trois Châteaux, Drome, Francia.
- POITOU, N.** 1990. Les sols truffiers français. En: Atti del Secondo Congresso Internazionale sul Tartufo, 24-27 novembre 1988, Spoleto, Italia, pp. 391-396.
- RAGLIONE, M.; SPADONI, M.; CAVELLI, S.; LORENZONI, P. y DE SIMONE, C.** 2001. Les sols des truffières naturelles de *Tuber melanosporum* Vitt. dans l'Apennin Central (Italie). En: Actes du Ve Congrès International, Science et culture de la truffe, 4-6 marzo 1999, Aix-en-Provence, Francia, pp. 5276-5280. ISBN 2-9517296-0-X.
- REYNA, S.** 1992. La trufa. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- REYNA, S.** 2000. La trufa, truficultura y selvicultura trufera. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 229 p. ISBN 84-7114-891-9.
- REYNA, S.** 2007. Truficultura. Fundamentos y técnicas, p. 237-276. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 686 pp.
- REYNA, S.; FOLCH, L. y ALLOZA, J.A.** 2002. La truficultura: una dehesa rentable para los encinares en suelos calizos. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 14: 95-101. Actas de la I Reunión sobre Sistemas Agroforestales y I Reunión sobre Gestión de Espacios Forestales.
- RICARD, J.M.** 2003. La truffe. Guide technique de trufficulture. Ed. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. Paris, 268 pp. ISBN 28-791-1125-0.
- RIOUSSET, L.; RIOUSSET, G.; CHEVALIER, G. y BARDET, M.C.** 2001 *Truffes d'Europe et de Chine*, INRA, Paris, 181 pp.
- SENN-IRLET, B.; HEILMANN-CLAUSEN, J.; GENNEY D.R. Y DAHLBERG, A.** 2007. Guidance for Conservation of Macrofungi in Europe. ECCF, Strasbourg.
- SHUBIN, V.I.** 1986. Beliji grib-ekologija i plodonosenie. Karelskiji filial an SSSR. Institut lesa. Petrosavodsk.
- SJÖBLOM, M.; WESSMAN, L.; ALBRECHT, A. y RANCHEN, R.** 1979. Svampproduktionen samt en jämförelse av virkesbär-och svampproduktionens värde i några skogar i Ekenäs-trakten 1976-78. Preliminary report (mimeographed). Helsinki.
- SMITH, J.E.; MOLINA, R.; HUSO, M.P.; LUOMA, D.L.; MCKAY, D.; CASTELLANO, M.A.; LEBEL, T. y VALACHOVIC, Y.** 2002. Species richness, abundance, and composition of hypogeous and epigeous ectomycorrhizal fungal sporocarps in young, rotation-age, and old-growth stands of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) in the Cascade Range of Oregon, U.S.A. Canadian Journal of Botany, 80: 186-204.

- SOURZAT, P.** 1997. Guide pratique de trufficulture. Ed. Station d'expérimentations sur la truffe, Le Montat, França, 96 pp.
- SOURZAT, P.** 2001. Les limites des critères agronomiques dans l'analyse de terre en trufficulture. En: Actes du Ve Congrès International, Science et culture de la truffe, 4-6 marzo 1999, Aix-en-Provence, Francia, pp. 5281-5286. ISBN 2-9517296-0-X.
- SOUZART, P.** 2002. Guide pratique de trufficulture. Ed. Station d'expérimentations sur la truffe. Le Montat. Francia. 119 pp.
- STRULLU, D.G.** 1991. Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris.
- SUZ, L.M.; MARTÍN, M.P. y COLINAS, C.** 2006. Detection of *Tuber melanosporum* in soil. FEMS Microbiology Letters, 254(2): 251-257.
- SUZ, L.M.; MARTÍN, M.P.; OLIACH, D.; FISCHER, C. R.; COLINAS, C.** 2008. Mycelial abundance and other factors related to truffle productivity in *Tuber melanosporum-Quercus ilex* orchards. FEMS Microbiology Letters, 285: 72-78.
- TERRADAS, J.; IBAÑEZ, J.J. y VAYREDA, J.** 2004. Els boscos de Catalunya: estructura, dinàmica i funcionament. Documents dels Quaderns de medi ambient; 11. Ed. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge, 182 pp. ISBN 84-393-6664-7.
- TRUPELL, S.** 2002. Mycorrhizas (5): Fall Mushrooms, Ghostly Fungus-Robbers, and a Definition Revisited. Mushroom: the Journal of Wild Mushrooming, Issue 77, Fall. http://www.mykoweb.com/articles/Mycorrhizas_5.html.
- URRUTIA, J.G.** 2001. Setas silvestres en Italia, legislación y comercialización ¿Un modelo trasladable a España?. Gorosti, 16: 58-64.
- VENTOSA, I. P. y ESCARTÍN, L.A.** 2007. Instruments de regulació i compensació de l'ús social derivat de l'aprofitament micològic en finques privades forestals. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Centre de la Propietat Forestal. 19 pp.
- VERLHAC, A.; GIRAUD, M. y LETEINTURIER, J.** 1990. La truffe, guide pratique. Ed. CTIFL, Paris, 108 pp. ISBN 2-901002-80-3.
- VOGT, K.A.; BLOOMFIELD, J.; AMMIRATI, J.F. y AMMIRATI, S.R.** 1992. Sporocarp production by basidiomycetes, with emphasis on forest ecosystems. En: Marcel dekker (Ed.), The fungal community. Its organization and role in the ecosystem, New York, 563-581.



micosylva
PROYECTO