



Estudio del mercado micológico en España

Juan Martínez de Aragon Remirez de Esparza. CTFC



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Financiado por:
**Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia**



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

IMFOREST cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.



Socios del proyecto:



IMFOREST cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

índice

1.	Introduction.....	4
1.1.	Contexto del mercado micológico.....	4
1.2.	Objetivos del Estudio	4
2.	Definición del producto y bioproductos.....	5
2.1.	Las setas y sus bioproductos asociados.....	5
2.2.	Estado de producción micológica actual y su escalabilidad a futuro.....	6
3.	Identificar el mercado micológico español.	8
3.1.	La cadena de valor de las setas.	8
3.3.	Principales comercializadores y transformadores.....	15
4.	Análisis del entorno	21
4.2.	Factores socioeconómicos	24
4.7.	Importancia del desarrollo rural en regiones productoras de setas.....	30
5.	Conclusiones y recomendaciones	31
5.1.	Resumen de hallazgos clave.....	31
6.	Bibliografía.....	38



1. Introduction.

1.1. Contexto del mercado micológico.

El mercado micológico no es solo una tendencia reciente, sino un sector con raíces profundas en la historia humana, que ha evolucionado a lo largo de milenios, desde su recolección en la antigüedad hasta convertirse en una industria globalizada que hoy día abarca productos comestibles, medicinales, cosméticos y más. Para entender el contexto actual del mercado micológico, es necesario explorar su desarrollo a lo largo del tiempo y cómo las sociedades han percibido y utilizado los hongos en sus distintas formas.

La comercialización de setas silvestres en España tiene sus primeras referencias en regiones con tradición micológica como Castilla y León, el País Vasco y Cataluña. Desde el siglo XVIII, existen registros de arriendos de setales, lo que indica su alto valor económico y social (Sánchez-González *et al.*, 2020).

A finales del siglo XIX, el desarrollo del transporte, como el ferrocarril, impulsó la venta de setas hacia mercados urbanos, destacando la exportación de ruballons en Cataluña. En los años 30 del siglo XX, comenzó la exportación de *Lactarius deliciosus* en salmuera, principalmente desde Burgos y Soria. Durante la Guerra Civil, el comercio se interrumpió, pero en los años 40 y 50 se reactivó con la exportación masiva hacia Barcelona y Madrid (Sánchez-González *et al.*, 2020).

A partir de los años 60, la introducción de camiones refrigerados permitió el envío de setas frescas a mercados internacionales como Francia y Suiza, consolidando la comercialización a gran escala. En la década de 1970, con mejoras en el transporte y la industria conservera, España se convirtió en un importante exportador de hongos, integrándose plenamente en los mercados nacionales e internacionales (Aramendi, 2018).

1.2. Objetivos del Estudio

El objetivo de este informe es analizar el mercado de las setas y la micología en España con el objetivo de tener un diagnóstico de la situación actual del sector y poder identificar aquellos aspectos susceptibles de ser mejorados.

2. Definición del producto y bioproductos.

2.1. Las setas y sus bioproductos asociados.

Las setas y sus bioproductos asociados tienen un gran potencial tanto en términos de valor nutricional como en aplicaciones industriales, farmacéuticas y ambientales. Además de su uso culinario, las setas y sus derivados ofrecen una amplia gama de productos que pueden aprovecharse en diversas áreas, desde la medicina hasta la biotecnología y la sostenibilidad.

Las setas son altamente nutritivas, ricas en proteínas, fibra, vitaminas (como las del grupo B), minerales (como el selenio, potasio y fósforo) y antioxidantes. Además de ser consumidas frescas o deshidratadas, las setas son ingredientes clave en productos alimenticios funcionales, es decir, aquellos que ofrecen beneficios adicionales a la salud más allá de la nutrición básica.

Según Boa (2005), en el Mundo, hay cerca de 1.144 especies consideradas alimento y/o con propiedades medicinales. Añadiendo a este valor, las especies con otros usos tales como, cosmética, yesca, alucinógeno, materia prima para otros productos, cordeles, etc., registrados en 85 países, tales como, Afganistán, Argentina, Benin, Bolivia, Botswana, Canadá, China, Costa Rica, España, Ghana, India, Kirguistán, Marruecos, México, entre muchos otros, este número de especies se incrementa hasta las 2.800 especies. Dentro de las especies consideradas alimento y/o con propiedades medicinales son 92 las que tienen opción de ser cultivadas en la actualidad.

Además de sus aplicaciones en el ámbito alimenticio y farmacéutico, las setas también desempeñan un papel clave en la biotecnología y la sostenibilidad, gracias a sus propiedades únicas en la descomposición de materia orgánica y su capacidad para producir bioproductos útiles en diversos sectores:

- **Biodegradación y bioremediación:** Algunas especies de setas, como el *Pleurotus ostreatus* (seta ostra), son eficaces en la descomposición de materiales orgánicos y contaminantes. Se utilizan en procesos de bioremediación para limpiar suelos y aguas contaminadas por productos químicos, metales pesados o plásticos. Las setas pueden degradar compuestos tóxicos como pesticidas y productos petroquímicos.
- **Producción de biocombustibles:** El micelio de algunas setas se investiga como materia prima para la producción de biocombustibles. Se estudian técnicas de fermentación utilizando setas para la producción de bioetanol y biogás a partir de residuos orgánicos.



- **Materiales sostenibles:** El micelio, la red de filamentos que constituye el cuerpo vegetativo de los hongos, se utiliza para producir materiales biodegradables, como empaques ecológicos y sustitutos de plásticos, aprovechando su capacidad para crecer y formar estructuras resistentes. Empresas innovadoras están explorando el uso de micelio como material para fabricar ropa, muebles y otros productos ecológicos.

Las setas también se utilizan en la industria cosmética debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y rejuvenecedoras. Los extractos de setas como el reishi y el maitake se incorporan en cremas, tónicos y otros productos de cuidado de la piel, aprovechando sus beneficios para el cuidado de la piel y la reducción de signos de envejecimiento.

- **Extractos de setas en cremas antiarrugas y tratamientos para la piel:** Las setas, especialmente aquellas ricas en antioxidantes y compuestos hidratantes se utilizan para combatir los efectos del envejecimiento y mejorar la elasticidad de la piel.
- **Productos capilares:** Los extractos de setas, como el extracto de shiitake, se están utilizando en champús y tratamientos capilares para promover la salud del cuero cabelludo y fortalecer el cabello.

2.2. Estado de producción micológica actual y su escalabilidad a futuro.

El recurso micológico ha ganado relevancia tanto económica como socialmente. En municipios como Sigüés (Zaragoza), la recolección de hongos gestionada a nivel local generó unos 600.000 euros en 1998, con una cantidad adicional estimada debido a la recolección no controlada habitantes (Oria de Rueda, 1989a, 1989b; Oria de Rueda *et al.*, 2007). En Cataluña, la recogida de setas es una tradición otoñal muy popular, con más de un millón de personas aficionadas y cientos de miles participando activamente (CEO, 2014; Górriz-Mifsud *et al.*, 2014). En Castilla y León su modelo de micoturismo genera alrededor de 65 millones de euros anuales, repartidos entre permisos, ingresos de recolectores, industria alimentaria y turismo vinculado a esta actividad (Büntgen *et al.*, 2017; Martínez-Peña *et al.*, 2015a).



La producción de setas silvestres en los bosques es muy variable debido principalmente a la climatología acaecida durante la temporada de setas. Como dato relevante, el año 2014 destacó como el de mayor producción de setas silvestres en España en las últimas décadas, con un volumen estimado que superó las 250.000 toneladas de especies de alto valor comercial, como *Boletus*, *Lactarius* y *Cantharellus* (Alday *et al.*, 2017a). Según el sector, el potencial económico de esta cosecha alcanzó los 1.000 millones de euros. Las regiones más productivas fueron Galicia, Castilla y León, Madrid, Castilla-La Mancha, Extremadura y Andalucía, además de zonas montañosas de Cataluña, Valencia y las Islas Canarias. Sin embargo, una parte de la producción no es recolectada, contribuyendo así a la conservación y regeneración de estos hongos en los ecosistemas.

Mediante el análisis de la productividad en distintos hábitats y la comparación con los datos de superficies forestales del IFN, es posible estimar una producción potencial máxima de hongos en España. Sin embargo, esta cifra es solo una aproximación teórica, ya que las condiciones del terreno varían y la producción no es uniforme cada año debido a factores climáticos, ciclos biológicos y diferencias estacionales. Además, no existen estudios exhaustivos sobre todos los ecosistemas.

En Cataluña, una de las pocas regiones con una estimación de la producción mediante el seguimiento de una red de parcelas desde hace más de 25 años, se calcula una producción anual de 24.500 toneladas de hongos, de las cuales 16.300 toneladas corresponden a especies comestibles y 7.900 toneladas a variedades con valor comercial, con un potencial económico de 48 y 32 millones de euros, respectivamente. Sin embargo, no toda la producción es recolectada. Parte de los hongos son consumidos por la fauna antes de su recolección, mientras que otros pasan desapercibidos para los recolectores, lo que depende tanto de su experiencia como de la intensidad de la actividad (Bonet *et al.* 2014).

Los intermediarios del mercado también influyen en la presión recolectora, incentivando la búsqueda de nuevas especies según la demanda nacional e internacional. La porción de hongos no recogida desempeña un papel clave en el equilibrio ecológico, favoreciendo la regeneración del recurso. Con el aumento de la recolección, es fundamental una regulación eficaz para evitar la sobreexplotación y garantizar la sostenibilidad del recurso a largo plazo, tanto desde el punto de vista ambiental como económico.

En el otro extremo de esta producción potencial máxima cabe señalar una producción mínima, que viene controlada y registrada en estadísticas oficiales que censan el volumen de hongos comercializados a distintos niveles. Son en este sentido numerosos los trabajos que analizan con detalle tales estadísticas (Voces *et al.*, 2012; Alfranca *et al.*, 2015; Díaz-Balteiro, 2015). Por ejemplo, las especies pertenecientes a *Lactarius grupo deliciosus* (p. ej., *L. deliciosus* y *L. sanguifluus*) son comercializadas en Europa, Asia y norte de África (BOA 2004), habiéndose estimado su impacto económico en España entre el 2002 y el 2008 en 5,3 M € año⁻¹ y con una venta anual media de *L. deliciosus* de 500 t (Voces *et al.*, 2012).

Determinar con precisión la producción real de hongos silvestres sigue siendo un desafío debido a la falta de transparencia en su recolección y comercio. A pesar de los esfuerzos por regular y mejorar este sector, una parte significativa del volumen comercializado no queda reflejada en las estadísticas oficiales (Martínez-Peña *et al.*, 2006-2010, (Martínez-Peña *et al.*, 2015b). No obstante, las administraciones han avanzado en la regulación, como se evidencia en iniciativas llevadas a cabo en comunidades como Castilla y León, lo que minimiza cualquier riesgo alimentario.

Sin embargo, es innegable que la cantidad de hongos recolectados y vendidos supera ampliamente los datos oficiales. Esta afirmación se sustenta en información obtenida a través de entrevistas con intermediarios del sector. Aunque no se trata de encuestas sistemáticas, la fiabilidad de estos datos radica en la experiencia directa de los interlocutores y en su conocimiento del mercado, proporcionando una visión más cercana a la realidad de la comercialización de estos productos (CEO, 2014).

3. Identificar el mercado micológico español.

3.1. La cadena de valor de las setas.

Los hongos silvestres, una vez recolectados en los bosques por aficionados, profesionales, personas desempleadas, estudiantes, entre otros, son vendidos en puestos a pie de carretera, en restaurantes, en pequeños comercios o transportados a minoristas que los adquieren para su posterior venta. Estos minoristas pueden comercializarlos directamente al público, a restaurantes, a pequeños establecimientos o a intermediarios que compran grandes volúmenes. Son principalmente estos intermediarios quienes abastecen los principales mercados de Cataluña. Los principales canales de comercialización incluyen mercados y ferias, distribuidores mayoristas, el sector **HORECA** (hostelería, restauración y cafeterías) y el mercado de productos gourmet (Fig 1).

La Fig. 1 describe la cadena de valor, incluyendo la estructuración y flujo de mercancías y productos generados a partir de la industria dedicada a la producción y comercio agroalimentario de setas en España.

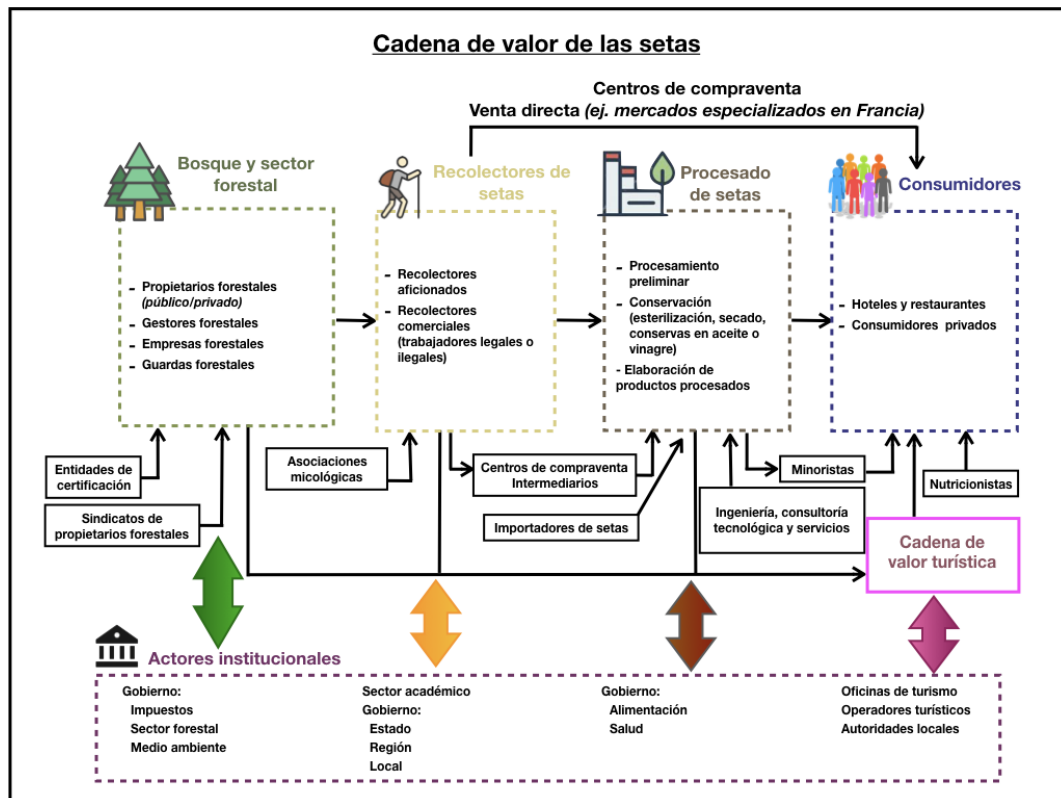


Figura 1: Estructura de la industria de producción y comercialización de setas en España. Fuente: Traducido de Brenko et al., 2022.

Este tipo de comercialización presenta una serie de inconvenientes que deben resolverse. ¿Cualquiera 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 el consumo? Además, es casi imposible conocer la trazabilidad del producto, y los compradores adquieren las setas a los recolectores sin ningún tipo de factura o documento que acredite la compra. Para evitar esta serie de inconvenientes, una posible solución es crear lonjas micológicas, como se ha hecho en Castilla y León.

3.2. Principales especies que se producen y se comercializan.

En España debido a la arraigada tradición de ir al bosque a recoger setas, se han recogido numerosas especies de setas comestibles que incluso no figuran en la lista de especies autorizadas para su comercialización, como es el caso de *Tricholoma equestre* o *Clitocybe nebularis*. La legislación actual en Europa autoriza el comercio de hasta un total de 93 especies de hongos comestibles (Peintner *et al.*, 2013).

Son numerosas las especies que se recolectan para autoconsumo como ejemplo:

- **Agaricus arvensis** (Champiñón)
- **Agaricus bisporus** (Champiñón)
- **Agaricus bitorquis** (Champiñón)
- **Agaricus campestris** (Champiñón)
- **Agrocybe aegerita** (Seta de álamo)
- **Amanita caesarea** (Huevos de rey)
- **Armillariella mellea** (Setas de guindal)
- **Boletus edulis s.l.** (Hongos o migueles)
- **Calocybe gambosa** (Mansarones, perrechicos o setas de cuco)
- **Cantharellus cibarius s.l.** (Setas de haya o piticos)
- **Clitocybe geotropa** (Montesinas o plateras)
- **Clitocybe nebularis** (Pardillas o morenas)
- **Fistulina hepatica** (Hígados de monte)
- **Helvella leucomelaena** (Pucheruelos)
- **Lactarius gr. deliciosus** (Níscalo, nicalo, nícola, rovelló o pinetell)
- **Laetiporus sulphureus** (Pollo de monte)
- **Lecopaxillus candidus** (Setas de páramo)
- **Lepista nuda** (Nazarenas)
- **Lepista personata** (Setas de cabo azul)
- **Lepista sordida** (Nazarenas)
- **Leucopaxillus lepistoides** (Blanquilla de otoño o perrochico del tardío)
- **Macrolepiota procera** (Cucurriles, cogorzos o cocorras)
- **Macrolepiota rhacodes** (Cucurriles, cogorzos o cocorras)
- **Marasmius oreades** (Senderilla)
- **Morchella esculenta** (Crespas, piñuelas o manjarrias)
- **Morchella gr. conica** (Crespas, piñuelas o manjarrias)
- **Pleurotus eryngii s.l.** (Seta de cardo y caña)
- **Pleurotus ostreatus** (Seta de chopo)
- **Rhizopogon luteolus** (Turmas de pino)
- **Sarcosphaera eximia** (Pucheruelos)
- **Stropharia coronilla** (Setas de vino)



- **Terfezia arenaria** (Criadillas de tierra o turmas)
- **Terfezia claveryi** (Criadillas de tierra o turmas)
- **Tricholoma goniospermum** (Setas de lancha)

Sin embargo, como ya hemos mencionado con anterioridad, su comercialización está restringida a 93 especies de las cuales las más importantes en España son:

- ***Boletus* grupo *edulis*:**

Cuando hablamos del *Boletus* grupo *edulis*, se incluyen tanto *Boletus edulis* como *B. aereus*, *B. pinophilus* y *B. reticulatus*. Este grupo tiene como característica común una carne compacta, homogénea y de color blanco inmutable al corte o a la presión, tanto al sombrero como al pie. El *Boletus edulis* tiene:

Sombrero: de 7 a 25 cm, hemisférico de joven que evoluciona a convexo y aplanado cuando crece. Cutícula de color marrón, blanca al margen, de superficie un poco viscosa y aterciopelada. **Himenio:** formado por tubos blancos al principio, luego se vuelven de amarillentos a verdosos, así como los poros, pequeños y redondos. Fácilmente separable de la carne que es blanca, un poco marrón bajo la cutícula con sabor parecido a la avellana. **Pie:** de 8 a 20 cm de altura por 2 a 6 cm de grosor. De obeso a claviforme, blanco con tonalidades canela y decorado con un débil retículo blanco en la parte superior. **Carne:** compacta, abundante, de color blanco inmutable y con sabor suave. Se considera un excelente comestible.

El *Boletus edulis* se recoge comercialmente en casi todas las Comunidades Autónomas especialmente en Castilla y León, Cataluña, Extremadura, Galicia y Navarra bajo diferentes tipos de bosques, en pinares, robledales, castañares y jarales (Hernández *et al.*, 2015 b). *Boletus pinophilus* se recoge comercialmente, en su mayor parte, en pinares montanos de Castilla y León, Cataluña y Galicia. *Boletus aereus* y *Boletus reticulatus* en los encinares, alcornocales y robledales de Extremadura, Andalucía occidental (Huelva, Cádiz y Sevilla) y el occidente de Castilla y León (Zamora y Salamanca).

Las producciones fluctúan cada año y para cada región, llegándose a producir más de 20.000 t en años buenos (Oria de Rueda, 1989b; Martínez de Azagra *et al.*, 1998; Oria de Rueda *et al.*, 2008), llegando hasta los 25.000 t la producción comercializada de *Boletus gr. edulis* en el 2014 (temporada excepcional) o por el contrario, en el 2016 la producción apenas llegó a los 1.000 t.

- ***Cantharellus grupo cibarius:***

La familia Cantharellaceae incluye el grupo *Cantharellus cibarius* junto con otras especies similares, como *Cantharellus subpruinus*, *C. ferruginascens*, *C. amethysteus*..., que tienen como característica común la carne compacta, homogénea y, sobre todo, que no es nunca atacada por larvas de insectos. Tienen el himenio formado por pliegues decurrentes de la carne, parecidos a láminas. El *Cantharellus cibarius* tiene:

Sombrero: de 3 a 12 cm de diámetro. Carnoso, grueso, convexo y luego aplanado. Cutícula lisa y mate. Color que varía del amarillo al naranja más o menos descoloridos. Margen incurvado, sinuoso y lobulado. **Himenio:** venas himeniales o pliegues bifurcados y muy decurrentes. Del mismo color. **Pie:** cilíndrico y lleno, pero atenuado hacia la base. Liso. Del mismo color que el sombrero. **Carne:** blanca, sólida, con olor a albaricoque y sabor dulce. No es nunca atacada por larvas de insectos. Es la seta comestible más consumido en todo el hemisferio norte. Se estima que se consiguen más producciones anuales de setas cuanto más AB tenga la masa, fructificando en masas forestales de pinares, hayedos, robledales y jarales.

Las producciones de este grupo se estiman en unas 2.500 t comercializadas anualmente (Oria de Rueda *et al.*, 2007). La producción media en montes es de unos 11 kg/ha·año (Oria de Rueda, 1991).

- ***Craterellus lutescens:***

Especie de setas que también pertenece a la familia Cantharalleaceae y, por lo tanto, tampoco es atacado por larvas de insectos, eso sí, de carne muy delgada y en forma de embudo o cráter (de ahí el nombre genérico).

Sombrero: de 3 a 6 cm de diámetro, pequeño, elástico al principio y aplanado y cónico después, en forma de embudo por el centro, fibroso-escamoso, y pardo sepia sobre fondo naranja. Margen enrollado hacia abajo, irregular y recortado o lobulado. **Himenio:** venas himeniales o pliegues decurrentes de la carne, como si imitaran láminas. Tienen color variable, desde amarillo hasta naranja, con tonos rojizos. **Pie:** de 3-8 cm de altura. Es delgado, lleno, central, curvado irregularmente y de consistencia quebradiza. Más delgado hacia la base, que a menudo se adentra en la mole. **Carne:** delgada, con olor y sabor suaves y afrutados. Buen comestible. Se estima que las producciones anuales más elevadas de setas se consiguen en terrenos orientados al norte y con una AB de 20 m² ha⁻¹ aproximadamente. La producción disminuye por encima o por debajo de esta AB y se acentúa en terrenos orientados al sur. Las grandes producciones se estimaron en masas forestales de *P. nigra*, y menos en masas de *P. sylvestris*.

- ***Lactarius grupo deliciosus:***

Este grupo de *Lactarius*, de la "Sección Dapetas" incluye las especies *L. deliciosus*, *L. sanguifluus*, *L. semisanguifluus*, *L. vinosus*, *L. quieticolor*, *L. salmonicolor* o *L. deterrimus* (bajo *Picea abies*), se caracterizan porque exudan la carne, un látex de color naranja, color sangre o vinoso al corte. Se estima que las producciones anuales de setas más elevadas se consiguen en terrenos con pendiente, a altitudes altas y con una AB de 20 m² ha⁻¹, aproximadamente. La producción disminuye por encima o por debajo de esta AB, y se acentúa en terrenos planos a altitudes bajas. Las producciones más elevadas se estimaron en masas forestales de *P. pinaster*, *P. pinea* y en masas puras o mixtas de *P. sylvestris*.

Las producciones de estas especies fluctúan entre las 20.000 t en los años 80 (Oria de Rueda, 1989a) y las casi 7.000 t en el año 1998 (Martínez de Azagra *et al.*, 1998). Esta disminución de la producción puede deber en parte a la climatología, al incremento de la recogida recreativa de setas, pero también puede explicarse al envejecimiento de muchos pinares productivos procedentes de reforestaciones realizadas en los años 50 y 70.

- ***Tricholoma grupo terreum:***

La subsección "Terrea" incluye *Tricholoma terreum*, *T. gausapatum*, *T. myomyces*, *T. triste* y *T. leucoterreum*, entre otros. Tienen como característica la carne quebradiza y merma. El *Tricholoma terreum* tiene:

Sombrero: de 4 a 10 cm de diámetro. Convexo en su juventud, luego se aplanan con la madurez y puede desarrollar una ligera depresión central. Cutícula recubierta de escamas serosas y fibrilosas de color gris oscuro o pizarra, a veces casi negras. **Láminas:** apretadas y escotadas, anchas, con la arista serrada. Frágiles. De color blanquecino a gris ceniza. **Pie:** de 3 a 8 cm de altura y de 1 a 2 cm de grosor. Cilíndrico, algo ensanchado en la base, liso, lleno y frágil. Blanco puro, pero algunos ejemplares con fibrilas grises. **Carne:** blanca o un poco grisácea. Delgada, frágil y sin olor ni sabor apreciables. Buen comestible. Se estima que las producciones anuales más elevadas de esta especie de seta se consiguen en terrenos planos con orientación sur y con una AB de 15 m² ha⁻¹ aprox. La producción disminuye por encima o por debajo de esta AB y se acentúa en terrenos con más pendiente y orientados al norte. Las grandes producciones se encuentran en masas forestales mixtas de *P. sylvestris* con *P. nigra* y de *P. nigra* con *P. halepensis*, y menos en masas puras de *P. pinaster* y *P. nigra*.

- ***Tricholoma portentosum*:**

El *Tricholoma portentosum* tiene: **Sombrero:** de 5-12 cm de diámetro. Convexo al principio, luego aplanado con una ligera depresión central. Una superficie lisa, algo viscosa en tiempo húmedo, con fibras radiales. De color gris oscuro con tonos oliváceos o marrón grisáceo, más claro en los bordes. **Láminas:** de color blancas a crema, con tonos amarillentos en la madurez. Apretadas, escotadas (con una pequeña muesca en la unión con el pie). **Carne:** Blanca, a veces con tonos ligeramente amarillos en la base del pie. Olor suave, ligeramente harinoso, con un sabor agradable, ligeramente dulce. Las producciones más importantes se producen en los pinares silicícolas de más de 40 años. La comercialización ha aumentado hasta las 1.500 t anualmente (Oria de Rueda *et al.*, 2007; Martínez Peña *et al.*, 2011). Muchas repoblaciones de pinos de áreas montañosas silíceas se han puesto recientemente a producir grandes cantidades de esta especie (50 kg/ha·año), una vez superados los 40 años de edad (Oria de Rueda 1989a).

- ***Hydnum grupo repandum*:**

Se incluyen aquí las especies (*Hydnum albidum*, *H. imbricatum*, *H. rufescens*, entre otras...). Tienen: **Sombreo:** de 4-15 cm de diámetro. Convexo a plano con la madurez, a veces irregular, con superficie ligeramente aterciopelada de color blanco, crema, beige o anaranjado pálido. **Himenio:** En lugar de láminas, presenta espinas o aguijones en la parte inferior del sombrero, de color blanquecino a crema, oscureciéndose con la edad. **Carne:** Blanca, inmutable al corte, con textura compacta y quebradiza. Olor suave, ligeramente afrutado. Crece en bosques de coníferas y frondosas sobre suelos húmedos, encontrándose en grupos o círculos en otoño e invierno. Se recoge para comercializar en Cataluña, Galicia, Castilla y León, Andalucía occidental y Extremadura, con una media de 700 t anuales.

- ***Hygrophorus marzuolus*:**

El *H. marzuolus*, tiene: **Sombrero:** de 5-12 cm de diámetro. Convexo al principio, luego se aplanan y pueden tener ligera depresión central. Superficie lisa, algo viscosa, de color gris oscuro a negruzco en el centro, aclarando hacia los bordes con tonos blanquecinos. **Láminas:** Blancas al principio, luego con tonos grisáceos, espaciadas, gruesas y decurrentes algo cerosas. **Carne:** Blanca, compacta y firme con un olor suave poco perceptible. Se desarrolla en bosques de coníferas y caducifolios, especialmente bajo abetos y pinos. Fructifica a finales del invierno y principios de primavera. Se comercializan unas 170 t anuales.

- ***Hygrophorus* sp.:**

Forman parte diversas especies aunque las más importantes son el *H. limacinus*, *H. eberneus* y *H. russula*, entre otras como el *H. glyociclus* y *H. agathosmus*. Especies con características similares, destacándose por su **superficie viscosa** y láminas espaciadas y adheridas o algo decurrentes y cerosas, característica en *Hygrophorus*. Procedentes en su mayor parte de pinares mediterráneos, se comercializan unas 450 t anuales procedentes de Cataluña, Aragón, Comunidad Valenciana, Castilla la Mancha y Castilla y León.

- ***Calocybe gambosa*:**

Especie de primavera muy apreciada conocida con el nombre vasco de “perretxico” y muy cotizada en los mercados, lleandose a pagar más de 90 €/kg. Es apreciado sobre todo en el País Vasco, a donde se dirige la mayor parte de la recolección comercial. Se comercializan anualmente unas 280 t de media procedentes, casi en su totalidad, de pastizales calcáreos en las áreas montañosas de León, Palencia, Burgos, Álava, Navarra y Huesca.

- **Otras especies silvestres:**

Grupo Morchella, proceden, sobre todo, de pinares montanos en los Pirineos (Cataluña, Aragón), Castilla y León y Extremadura; Amanita ponderosa, procedente de encinares y alcornocales adehesados y jarales de Andalucía occidental y Extremadura; Amanita caesarea: se produce sobre todo en castaños, encinares, robledales de Quercus pyrenaica y alcornocales de la mitad occidental de la Península; Pleurotus eryngii, procedente de Castilla y León y Castilla la Mancha; Suillus sp., se recolectan comercialmente son sobre todo Extremadura, Castilla la Mancha, Cataluña y Murcia.

3.3. Principales comercializadores y transformadores.

Las empresas de comercialización y transformación de setas en España desempeñan un papel fundamental en la cadena de valor de este producto, conectando a los recolectores locales y proveedores con los mercados nacionales e internacionales. Estas empresas se encargan de adquirir setas frescas, ya sea a través de mayoristas que importan el producto o directamente de recolectores situados en áreas forestales cercanas. Para ello, suelen establecer puntos de compraventa en regiones estratégicas, donde emplean a trabajadores asalariados o autónomos que reciben una comisión por su labor de intermediación.



En España, la distribución de estas empresas refleja la importancia de las zonas tradicionales de recolección de setas. Regiones como Cataluña, la Comunidad Valenciana y el País Vasco destacan como centros clave de transformación, especialmente en el norte y este del país. Estas áreas no solo cuentan con una larga tradición en la recolección de setas, sino también con una infraestructura consolidada para su procesamiento y comercialización. Por otro lado, Castilla y León emerge como una región de gran relevancia, ya que el 68% de los puntos de compraventa están gestionados por empresas y particulares locales, lo que refuerza su papel en el sector a nivel nacional.

En el sur de España, la provincia de Cádiz se ha convertido en un núcleo importante para la compraventa de setas, gracias en gran parte a la actividad de la Lonja de Jimena de la Frontera. Este espacio facilita la transacción de setas entre recolectores, intermediarios y empresas, consolidando a la región como un referente en el mercado sur.

Además de la comercialización, muchas de estas empresas se dedican a la transformación de las setas, procesándolas para su venta en formatos como deshidratados, conservas o congelados. Esto no solo amplía su vida útil, sino que también permite su exportación a mercados internacionales. En conjunto, las empresas de comercialización y transformación de setas en España no solo contribuyen a la economía local y nacional, sino que también preservan y promueven el valor de un recurso natural profundamente arraigado en la cultura y la gastronomía del país.

Según FETRUSE la comercialización por parte de estas empresas se sitúa entre 10.000 y 15.000 t anuales con una facturación aproximado de entre 100 y 150 millones de € en España.

3.4. Importancia de la recolección privada.

La recolección privada de setas silvestres es una actividad que, aunque muy valorada por muchos, debe ser abordada con responsabilidad y conciencia debido a su impacto tanto en el ecosistema como en la salud humana. A continuación, se presentan algunas de las razones por las que esta práctica es importante:

- **Conservación del medio ambiente:** Las setas son organismos vitales para los ecosistemas forestales. Desempeñan un papel fundamental en la descomposición de materia orgánica, lo que contribuye al ciclo de nutrientes en el suelo. Si la recolección se realiza de manera sostenible, puede ayudar a mantener el equilibrio ecológico y evitar la sobreexplotación de ciertas especies.



- **Beneficios económicos y nutricionales:** Las setas comestibles, como el boletus, el champiñón silvestre o las setas de cardo, son valoradas por su sabor y propiedades nutricionales. Recolectarlas de forma privada ofrece una fuente de alimento adicional para quienes disfrutan de este recurso natural. Además, en algunos casos, la venta de setas silvestres se convierte en una actividad económica complementaria para muchas familias rurales.
- **Fomento de la educación ambiental:** La recolección de setas fomenta el conocimiento sobre la biodiversidad y la flora local. Las personas que practican esta actividad adquieren una mayor comprensión de los ecosistemas forestales y de la importancia de respetar las especies, evitando la recolección de especies amenazadas.
- **Riesgos para la salud:** Si bien la recolección de setas silvestres puede ser beneficiosa, también presenta riesgos, ya que algunas especies son tóxicas e incluso mortales. Por lo tanto, es fundamental que quienes se dediquen a esta práctica cuenten con conocimientos adecuados para identificar correctamente las setas comestibles y evitar la ingestión de especies venenosas. La recolección responsable implica saber cuándo y cómo hacerlo, y también debe ser regulada en algunas áreas para garantizar la seguridad de los recolectores y la preservación de las especies.
- **Regulación y control:** En muchos países, la recolección de setas está sujeta a normativas que limitan la cantidad de setas que se pueden recolectar, con el fin de evitar la sobreexplotación. Estas regulaciones son clave para garantizar que las poblaciones de setas silvestres no se vean amenazadas, permitiendo que sigan cumpliendo su rol en el ecosistema y sean disfrutadas por las generaciones futuras.

En resumen, la recolección privada de setas silvestres puede ser una actividad beneficiosa tanto para el medio ambiente como para las personas, siempre que se realice de forma responsable, respetuosa con la naturaleza y consciente de los riesgos involucrados.



3.5. La certificación forestal PEFC en la cadena de valor de las setas PEFC.

La certificación forestal PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) es un sistema internacionalmente reconocido que garantiza que los productos derivados de los bosques provienen de fuentes gestionadas de manera sostenible.

Esta certificación es especialmente relevante en la cadena de valor de las setas, ya que promueve una gestión forestal responsable, que a su vez tiene un impacto directo en la recolección de setas silvestres. A continuación, se explica cómo la certificación PEFC se integra en esta cadena de valor:

- **Gestión forestal sostenible:**

La certificación PEFC asegura que los bosques donde se recolectan las setas están sujetos a prácticas de gestión sostenible. Esto significa que las áreas forestales se manejan de manera que se preserven los ecosistemas, la biodiversidad y los recursos a largo plazo. La recolección de setas en bosques certificados bajo PEFC asegura que no se está causando daño a los hábitats naturales, y que las especies de setas se pueden regenerar de manera natural.

- **Protección de la biodiversidad:**

PEFC promueve la conservación de la biodiversidad en los bosques gestionados, lo cual es crucial para la proliferación de setas silvestres. Un bosque con una gestión adecuada es más diverso en flora y fauna, lo que favorece un ecosistema saludable donde las setas pueden crecer en su entorno natural. Esta certificación también incluye prácticas que protegen las especies de setas y otros organismos que forman parte del ecosistema forestal.

- **Trazabilidad en la cadena de suministro:**

En la cadena de valor de las setas, la trazabilidad es un aspecto clave. La certificación PEFC permite que se pueda rastrear la procedencia de las setas recolectadas, garantizando que provienen de bosques certificados. Esto aporta confianza tanto a los recolectores como a los consumidores finales, quienes pueden estar seguros de que las setas que adquieren han sido obtenidas de manera responsable y sostenible.



Para obtener la certificación de Cadena de Custodia, las empresas de la cadena de valor micológica deben desarrollar e implementar procedimientos para controlar la compra, el seguimiento, la fabricación, la venta y el etiquetado de sus materiales certificados, de forma que den cumplimiento a los requisitos normativos de cadena de custodia descritos en el PEFC ST 2002:2020. Cadena de Custodia de Productos Forestales. Requisitos. Esto incluye la implementación de un sistema de gestión de tipo documental que contemple aspectos sociales y de seguridad laboral. Las empresas interesadas deben someterse a auditorías independientes por parte de una entidad de certificación acreditada que evalúan el cumplimiento de los requisitos. La validez del certificado es de 5 años, con auditorías de seguimiento anuales. Una vez certificados se otorga una licencia de la marca PEFC que permite a las entidades certificadas a usar el logotipo sobre el producto certificado y de manera promocional para informar a clientes y grupos de interés del compromiso con la sostenibilidad de los bosques.

En la actualidad no hay empresas del sector de las setas con certificación de Cadena de Custodia PEFC en España.

- **Fomento de prácticas de recolección responsable:**

PEFC también puede promover buenas prácticas entre los recolectores de setas. Los estándares asociados a esta certificación a menudo incluyen pautas para la recolección responsable, lo que implica no sobreexplotar las especies, no destruir el entorno natural y dejar suficientes esporas para asegurar la regeneración futura. La certificación PEFC puede incorporar estos principios en su normativa, ayudando a los recolectores a actuar de manera sostenible.

- **Acceso a mercados más amplios:**

La certificación PEFC en la cadena de valor de las setas no solo beneficia al medio ambiente, sino que también ofrece ventajas comerciales. Los consumidores cada vez son más conscientes de la importancia de la sostenibilidad y la trazabilidad en los productos que consumen. Las setas recolectadas en bosques con certificación PEFC pueden acceder a mercados que valoran la responsabilidad social y ambiental, lo que puede resultar en un valor añadido para los productos de setas.

- **Sensibilización y educación sobre la gestión forestal:**

A través de la certificación PEFC, los recolectores, empresas y otros actores de la cadena de valor reciben formación y sensibilización sobre la importancia de una gestión forestal sostenible. Esto incluye el aprendizaje sobre las prácticas adecuadas para proteger las especies de setas, cómo optimizar la recolección sin poner en peligro el ecosistema y cómo actuar de acuerdo con las normativas medioambientales.

La gestión forestal sostenible y el aprovechamiento ecológico y responsable de setas están estrechamente interrelacionados, ya que ambos buscan garantizar la conservación de los ecosistemas y la utilización equilibrada de los recursos naturales. Un claro ejemplo de esta relación se encuentra en la Comunidad Foral de Navarra. En esta comunidad, encontramos 16 espacios que componen la Red de Acotados de Setas de Navarra, compuesta por 71.539,6 hectáreas en todo el territorio. Al superponer esta superficie con las 324.296,2 hectáreas certificadas bajo el sistema PEFC (a diciembre 2024), se evidencia que un **92%** de esta área, es decir, 65.817,9 hectáreas, cuenta con ambas regulaciones, lo que refuerza la compatibilidad entre la gestión forestal sostenible y la recolección responsable de hongos.

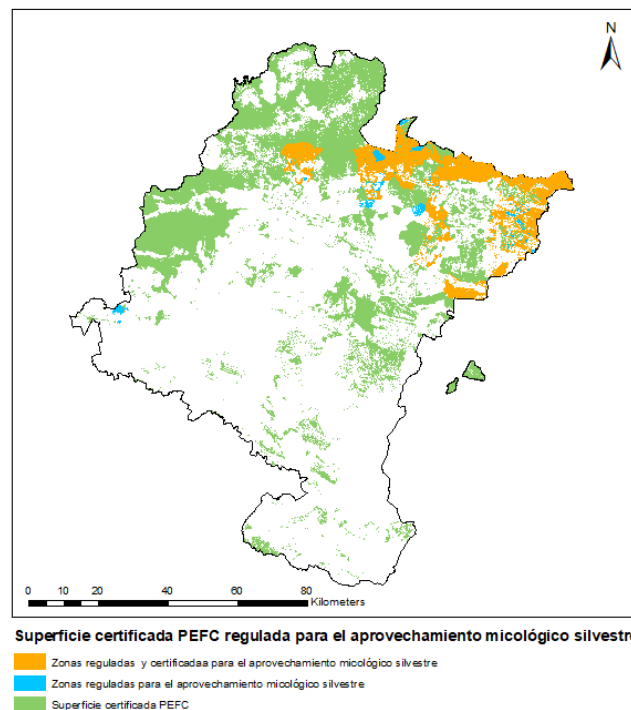


Figura 2: Superficie certificada PEFC regulada para el aprovechamiento micológico silvestre en Comunidad Foral de Navarra. Fuente: PEFC-España 2025.

4. Análisis del entorno

4.1. Legislación vigente y futura en el ámbito micológico (Regulación del uso comercial y recreativo)

El aumento progresivo del número de personas que recolectan setas va en aumento, ya sea por ocio o con fines comerciales. Esta situación genera una preocupación sobre la sostenibilidad del recurso (Egli *et al.*, 2006) y sobre los derechos de propiedad (García Asensio, 2004), comprometiendo los ingresos que los propietarios forestales pueden obtener del recurso micológico.

En la actualidad, no existe una normativa de alcance nacional que regule la recolección de setas. Para abordar esta situación, varias administraciones regionales, provinciales y locales han iniciado programas específicos de regulación y valorización de los recursos micológicos en sus territorios. Por ejemplo, Andalucía, Aragón, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Extremadura, Comunidad Valenciana, La Rioja, Navarra, Galicia y el País Vasco entre otras (Fig. 2).

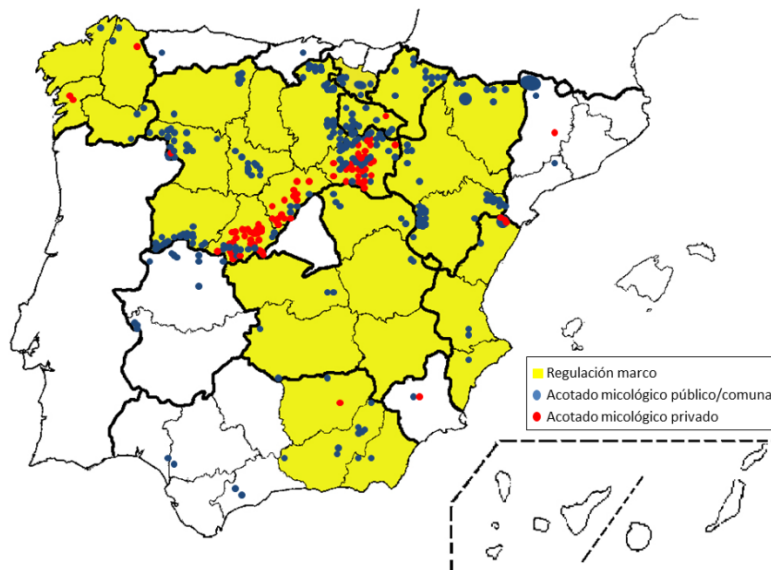


Figura 3: Regiones y provincias con legislación básica sobre recogida de setas y localización de cotos micológicos. Elaboración propia a través de búsqueda en boletines oficiales y ordenanzas, así como buscadores generalistas, y contribución de la ASFOAVI (en enero 2016 Guipúzcoa contaba con norma para MUP en parques naturales). Fuente: Górriz-Mifsud (2017) actualizando Górriz-Mifsud y Bonet (2016).



La comunidad autónoma más avanzada en regulación micológica es Castilla y León, que ya ha promulgado su tercera normativa sobre la gestión del recurso micológico silvestre (Decreto 31/2017, de 5 de octubre). Según esta normativa, se distinguen tres tipos de aprovechamiento:

- **Aprovechamiento regulado:** Se lleva a cabo en terrenos que han sido declarados cotos micológicos.
- **Aprovechamiento reservado:** Se realiza en terrenos que no han sido declarados cotos, pero cuyos titulares han señalado su voluntad de prohibir la recolección a terceros.
- **Aprovechamiento esporádico:** Aquel que no es ni regulado ni reservado y que puede realizarse en terrenos sin restricciones. Estas zonas libres no requieren permiso, pero la recolección debe realizarse de manera ambientalmente inocua y de forma discontinua, sin afectar a las trufas ni superar los 3 kg de setas silvestres por persona y día.
- Además, la normativa establece una clasificación adicional:
- **Cotos micológicos reservados:** Su objetivo es garantizar la conservación de los recursos naturales. En algunos cotos, la recolección de setas silvestres (o de ciertas especies) está prohibida.
- **Cotos micológicos:** Espacios regulados para el aprovechamiento micológico, que deben contar con la señalización adecuada. La superficie mínima para declarar un coto es de 100 ha.
- **Parques micológicos:** Áreas de especial interés para el aprovechamiento del recurso, incluyendo su potencial turístico. Cada parque micológico debe contar con una única entidad gestora responsable de su organización y del cumplimiento de la normativa, así como de la aplicación de criterios de gestión comunes en toda su extensión, que debe ser superior a 10.000 ha. Actualmente, existen los parques micológicos de “Sierras de Francia, Béjar, Quilamas y el Rebollar”, “Montes de Soria” y “Montes del Noroeste zamorano”.

En algunas comunidades autónomas españolas y en varios países, se han implementado licencias o permisos que los recolectores deben obtener antes de recolectar setas. Otro método de asignación de permisos son las subastas micológicas de los bosques, en las cuales empresas especializadas llevan a cabo la recolección tras haber obtenido la concesión mediante subasta. En otros casos, en lugar de un sistema de recaudación, se ha optado por establecer normativas de recolección que limitan el número máximo de kilogramos que pueden recogerse por especie, el tamaño mínimo permitido y las especies cuya recolección está prohibida.



Expedición de licencias o permisos.-

Estos permisos permiten a los propietarios generar ingresos a cambio de autorizar la recolección de setas en sus bosques. Se pueden expedir licencias con diferentes duraciones y finalidades, como permisos diarios, de fin de semana, de temporada, con fines científicos y didácticos o de carácter comercial, cada uno con precios distintos. Además de proporcionar un rendimiento económico a los propietarios, esta práctica ayuda a gestionar el flujo de recolectores y la cantidad de setas extraídas, evitando la degradación del ecosistema. No obstante, este sistema presenta inconvenientes, como la complejidad en la emisión de permisos, la necesidad de señalización adecuada y la vigilancia del cumplimiento de la normativa.

La recaudación obtenida a través de las licencias debería destinarse en parte a la gestión micoforestal, favoreciendo tanto la calidad y producción de madera como la producción micológica. Además, mejoraría la accesibilidad y el atractivo de los bosques para los recolectores.

Subastas micológicas.-

Este sistema consiste en la concesión del aprovechamiento micológico mediante una subasta pública o privada, según la titularidad del terreno. A diferencia de la emisión de permisos individuales, la subasta permite a los propietarios obtener ingresos significativos sin preocuparse por la vigilancia y la gestión de permisos. Para garantizar una explotación sostenible, es fundamental que en el pliego de condiciones se detallen aspectos como las prácticas de recolección permitidas, las especies autorizadas, los tamaños mínimos de recolección y el estado de desarrollo en el que pueden recolectarse.

Normativa de recolección.-

Las normativas de recolección establecen restricciones sobre las prácticas y métodos de recolección sin abordar directamente la titularidad de los bosques ni la gestión del aprovechamiento. Estas regulaciones suelen incluir limitaciones sobre la cantidad máxima de setas recolectadas, las especies permitidas, los tamaños mínimos exigidos y las prácticas prohibidas, como el uso de rastrillos. En algunos países, por ejemplo, está prohibido recolectar *Amanita caesarea* cuando aún se encuentra en su fase de "huevo". Si bien estas normativas contribuyen a la sostenibilidad del recurso micológico, no protegen directamente los derechos de los propietarios forestales, ya que no establecen restricciones en función de la titularidad del terreno. Sin embargo, contar con una regulación adecuada es esencial para garantizar un aprovechamiento responsable del recurso y evitar su deterioro por la falta de control. Para ello, es necesario desarrollar reglamentos específicos que incluyan sanciones por incumplimiento y la asignación de personal encargado de su aplicación (Prokofieva *et al.*, 2016).



4.2. Factores socioeconómicos

La recolección de setas no solo tiene un impacto ambiental y ecológico, sino que también está profundamente influenciada por factores socioeconómicos que afectan tanto a los recolectores como a las comunidades donde esta actividad se desarrolla. Estos factores determinan cómo se organiza la recolección, qué especies se cosechan, y las dinámicas de mercado que emergen alrededor de este recurso natural.

La recolección de setas puede ser una fuente importante de empleo e ingresos, especialmente en zonas rurales y montañosas donde otras alternativas laborales son limitadas. Para muchas personas, especialmente en regiones con una fuerte tradición micológica, la recolección de setas constituye una actividad secundaria durante la temporada, que contribuye a los ingresos familiares.

La recolección de setas tiene una fuerte componente social y cultural en muchas regiones. Tradicionalmente, la recolección de setas ha sido una actividad compartida entre generaciones y comunidades, siendo una forma de vinculación con la naturaleza y el patrimonio cultural.

La recolección de setas tiene un mercado específico, que abarca tanto el comercio local como el internacional. El valor comercial de las setas depende de varios factores, como la especie, la demanda, la calidad y la forma en que se gestionan.

El acceso a los setales y bosques donde se recolectan las setas está regulado en muchas regiones, lo que tiene implicaciones socioeconómicas. Las políticas sobre la gestión de recursos naturales y las leyes locales afectan la cantidad de setas que pueden recolectarse y la forma en que se distribuyen los beneficios de la recolección.

El ecoturismo y el turismo micológico han crecido considerablemente en los últimos años. Muchas regiones han promovido el turismo asociado a la recolección de setas, ofreciendo actividades como rutas guiadas, talleres de identificación y recolección, y festivales dedicados a la gastronomía micológica.

El creciente interés por la recolección de setas, tanto a nivel local como turístico, puede generar presiones sobre los ecosistemas, especialmente si no se gestionan adecuadamente los recursos naturales.



Los factores socioeconómicos que influyen en la recolección de setas abarcan una amplia gama de aspectos, desde la creación de empleo y el comercio local hasta la preservación de tradiciones culturales y el fomento del turismo. Sin embargo, también es necesario abordar los desafíos asociados con la gestión sostenible de los recursos naturales y las tensiones entre la conservación y la explotación comercial. El equilibrio entre estos factores es esencial para garantizar que la recolección de setas continúe siendo una actividad beneficiosa tanto para las comunidades como para el medio ambiente.

4.3. Factores ecológicos responsables de la fructificación de los hongos

Los hongos, como otros seres vivos, necesitan un hábitat y un nicho ecológico adecuado para vivir, desarrollarse y reproducirse. El hábitat es el lugar físico de un ecosistema que reúne las condiciones naturales donde vive una especie y al cual se ha adaptado, y el nicho ecológico es la manera en que un organismo se relaciona con los factores bióticos, abióticos y antrópicos de su entorno, e incluye las condiciones físicas, químicas y biológicas que una especie necesita para vivir y reproducirse en un ecosistema (Tomao *et al.*, 2017) (Fig. 3).

Como factores importantes que determinan la conservación de los hongos, están:

Factores bióticos. Entre los factores bióticos, destacan la planta huésped, la edad del arbolado, la estructura de la masa forestal, el área basimétrica, la fracción de cabida cubierta, la densidad de árboles, el crecimiento y el vigor del arbolado, etc., así como los depredadores, las enfermedades y los competidores, es decir, especies que pueden rivalizar.

Las características de la masa hospedante, incluyendo factores como la composición específica, la edad y la densidad influyen significativamente en las producciones de hongos micorrícicos (Tomao *et al.*, 2017) (Fig. 4). Algunas especies de hongos micorrícicos son específicos de determinados árboles hospedantes, por lo que su distribución se ve limitada por la distribución de las plantas hospedantes correspondientes. Por ejemplo, el grupo *Lactarius deliciosus* es micorrícico exclusivo de *Pinus* sp. (Heilmann-Clausen *et al.*, 2000) mientras que las especies del grupo *Boletus edulis* y *Cantharellus cibarius* tienen una asociación más amplia (Danell, 1994; Hall *et al.*, 1998) asociándose con especies de árboles frondosos y coníferas, e incluso matorrales.



Factores abióticos. Entre los factores abióticos, destacan la meteorología (precipitaciones, 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, la exposición del terreno, etc.

Las condiciones meteorológicas y climáticas son determinantes para la producción de hongos, como así ha sido demostrado en numerosos estudios (Martínez de Aragón *et al.*, 2007; Büntgen *et al.*, 2012, 2015; Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015b; Taye *et al.*, 2016). La fructificación de setas se ve favorecida por condiciones cálidas y húmedas, aunque el factor más restrictivo para la productividad del hongo difiere dependiendo de las características climáticas regionales. En las zonas caracterizadas por climas más húmedos, la temperatura es el factor más relacionado con las producciones de hongos, mientras que, en climas mediterráneos caracterizados por una menor disponibilidad hídrica, la precipitación resulta crucial para la fructificación de los hongos (Ágreda *et al.*, 2016; Alday *et al.*, 2017b).

También se ha descrito como algunas características físicas y químicas de los suelos pueden ser determinantes para muchos hongos condicionando sus producciones (Martínez-Peña *et al.*, 2012b). En el mismo sentido, la pendiente, la orientación y la exposición geográfica se han descrito como factores importantes que condicionan la producción de hongos (Bonet *et al.*, 2004; de-Miguel *et al.*, 2014).

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

Estudios recientes han logrado establecer modelos predictivos de producción y diversidad de hongos que identifican los principales factores bióticos, abióticos o asociados a la producción de hongos, y se ha conseguido simular y establecer itinerarios silvícolas de gestión forestal teniendo en cuenta el valor de los hongos y de la madera (Palahí *et al.*, 2009) o en función de la producción de los diferentes hongos (Tahvanainen *et al.*, 2016). Estos estudios son el inicio de un largo camino antes de poder contar con modelos de micosilvicultura específicos para cada especie forestal o calidad de estación, como en el caso de la silvicultura clásica para la producción de madera y leñas.

El estudio del efecto de estas variables, mediante modelos empíricos, sobre la comunidad fúngica permite conocer qué condiciones favorecen más a la fructificación de hongos, describiendo así la potencialidad de ciertos ecosistemas forestales a producir determinados hongos (p. ej., Bonet *et al.*, 2014, De-Miguel *et al.*, 2014).

Así, para asegurar la productividad y conservación de este recurso, es necesario conocer el potencial de producción de setas comestibles en los diferentes ecosistemas forestales mediterráneos. Este conocimiento permite a los gestores forestales implementar prácticas silvícolas sostenibles que fomenten tanto el aprovechamiento maderero como el de setas (es decir, micosilvicultura), contribuyendo de este modo a la revitalización de la economía rural en muchas regiones mediterráneas.

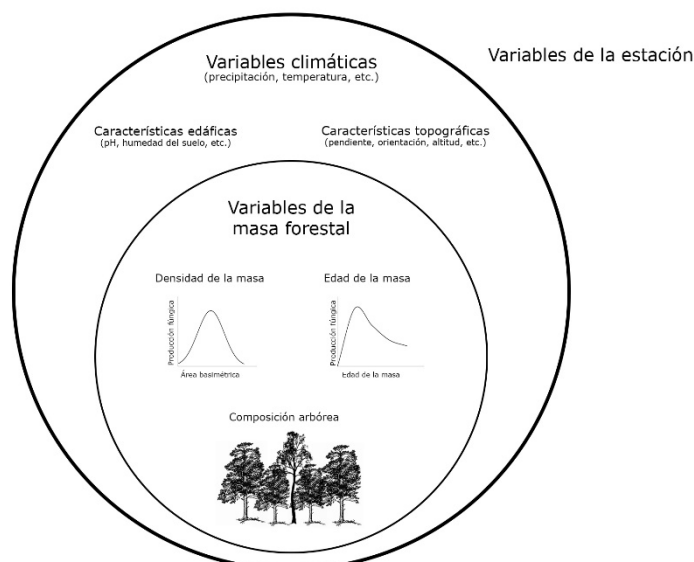


Figura 4: Variables de estación que inciden en la productividad fúngica. El círculo interior describe las variables de masa forestal que pueden ser modificadas típicamente mediante la silvicultura. Adaptado de Tomao *et al.* (2017).

4.4. Superficie en producción y rentabilidad de las explotaciones

A nivel mundial, los bosques representan el 30,3% de la superficie de los continentes, 3.952.025.000 ha, aproximadamente 5.160 millones de campos de fútbol, lo que nos aporta una idea de la enorme potencialidad micológica a nivel mundial (FAO, 2009). En el caso de España, la superficie forestal ocupa 17.915.000 ha, un 45% de su superficie mientras que la superficie arbolada representa el 25% y, por lo tanto, con potencialidad para la producción de setas silvestres.

A diferencia de las setas cultivadas, la producción de las setas silvestres se caracteriza por ser estacionaria y presentar una alta variabilidad en su producción anual, condicionada por las condiciones climáticas, estado y tipo de bosque, por el tipo de gestión forestal que se aplique al bosque y por otros muchos factores (Martínez de Aragón et al., 2007). Esta peculiaridad del producto es en parte resuelto por la globalización de los mercados. A través de los medios de transporte se exportan e importan grandes cantidades de setas, disminuyendo la variabilidad de la producción de setas en los mercados, aunque continúa siendo un producto muy estacional.

4.5. Tendencias del mercado micológico (importaciones y exportaciones).

Las exportaciones mundiales de setas y hongos entre 1995 y el 2002, crecieron a una tasa del 10,4%, promedio anual. Irlanda es el principal exportador mundial, aumentando un 8,3% sus exportaciones entre 1995 y 2002 y, China el segundo, aumentando sus exportaciones, en el mismo período, un 6%. Sobresale Alemania, por un aumento de las exportaciones, en el mismo período, con una tasa de crecimiento anual del 40%. El principal importador mundial de setas y hongos frescos es Alemania que participó con el 16% del volumen total importado en el 2002, le sigue en importancia Japón (9%) y Estados Unidos (6%) (ICC, 2003).

El consumo per cápita mundial de setas y hongos en el año 2001 se estimó en $0,44 \text{ kg} * \text{hab}^{-1}$, con un incremento en su promedio anual del 3,8%. El consumo mundial es determinado por los países asiáticos, con nivel de población elevado y una fuerte tradición de consumo, aunque, en los últimos años, el consumo de setas se haya generalizado. Los/as principales consumidores/as comunitarios/as son La República Federal de Alemania ($3,1 \text{ kg} * \text{hab}^{-1} * \text{año}^{-1}$), Irlanda ($3,0 \text{ kg} * \text{hab}^{-1} * \text{año}^{-1}$), Holanda ($2,8 \text{ kg} * \text{hab}^{-1} * \text{año}^{-1}$), Gran Bretaña ($2,8 \text{ kg} * \text{hab}^{-1} * \text{año}^{-1}$) y Francia ($2,4 \text{ kg} * \text{hab}^{-1} * \text{año}^{-1}$). El consumo español ($1,1 \text{ kg} * \text{hab}^{-1} * \text{año}^{-1}$) es de los más bajos de la Comunidad Europea, junto con Grecia ($0,4 \text{ kg} * \text{hab}^{-1} * \text{año}^{-1}$) y Portugal ($0,4 \text{ kg} * \text{hab}^{-1} * \text{año}^{-1}$) (ICC, 2003).

4.6. Competitividad del producto internacional con el nacional en el mercado español.

La oferta de hongos silvestres comestibles siempre ha intentado dar respuesta a la demanda creciente de este tipo de productos que procura, cada vez más, crear nuevos productos y cantidades suficientes que satisfagan las necesidades de las poblaciones.



Países como Estados Unidos y Canadá han incrementado de manera importante sus exportaciones de un gran número de hongos silvestres comestibles, para dar respuesta a la demanda de otros países, principalmente de Japón, llevando a cambios importantes en los medios de vida de las poblaciones (Boa, 2005).

Los países de Sudamérica, como Chile y México, y de Europa del este han visto la oportunidad de exportar hongos silvestres comestibles de manera competitiva, una vez que la mano de obra es más barata y les permite vender a precios más bajos que en Europa.

De acuerdo con los datos en toneladas exportadas y valores transaccionados, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, se han podido estimar los promedios de los precios anuales de las transacciones, para países intra y extraeuropeos. No obstante, es necesario saber que la base de datos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio está incompleta, faltando datos de comercialización (toneladas) y valores de exportación y/o importación para determinados años. Además, como las especies de setas están agrupadas por grupo TARIC, no se pueden discriminar por especies; sería interesante discriminar las especies que más se comercializan en España.

En España la oferta de setas silvestres en fresco se limita, principalmente, a los hongos recolectados por las personas recolectoras del país, mientras que las setas silvestres utilizados para conservas y desecado, según las empresas contactadas a través de encuestas, provienen principalmente de países en que la mano de obra es más barata, Europa del Este y Sudamérica.

La oferta de estos recursos en España podría ser mucho mayor si se llegaran a comercializar una mayor cantidad de especies de setas, que aun siendo comestibles no se recogen para su comercio, debido a que, por sus características, sean delicadas y/o perecederas (ejemplo del *Coprinus comatus*, etc.). El 25% del potencial micológico en los bosques lo constituyen setas comestibles. La transformación y/o comercialización de algunas de estas especies de manera rápida podría facilitar su comercialización. En el caso de las especies no comestibles, un 50% del potencial micológico, existe la oportunidad de conocer aquellas especies que a pesar de ser consideradas no comestibles puedan entrar en los canales de la comercialización al poseer principios activos con propiedades medicinales, más del 60% de las especies poseen propiedades antimicrobianas. La penicilina es un buen ejemplo, ya que va a ser resultado de un hongo. En cambio, apenas se estudia o investiga los usos medicinales de las setas, a pesar de que están demostradas sus propiedades anticancerígenas y que potencian el sistema inmunitario ante posibles enfermedades.

4.7. Importancia del desarrollo rural en regiones productoras de setas.

En España, 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 et al., 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 las 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, microempresas 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.



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 las puertas 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.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Resumen de hallazgos clave.

Las potencialidades que ofrecen las setas son formidables, ya que se trata de un producto natural y ecológico deseado por buena parte de la sociedad. No tan solo por las características gastronómicas que poseen y la demanda que generan, sino que también, por el turismo micológico asociado durante las épocas de fructificación.

Desde la perspectiva del producto, las setas silvestres se han recolectado, vendido y consumido en fresco durante la temporada micológica y en seco el resto del año. Con el incremento del consumo y la demanda de setas por parte de la población mundial, el sector productivo y el sector agroalimentario deben encontrar fórmulas capaces de cubrir la creciente demanda. Estas fórmulas deberían consistir en aumentar la oferta, incorporar al comercio de nuevas especies de setas silvestres hasta ahora recolectadas y consumidas por recolectores/as y micólogos/as que no entraban en los canales de la comercialización, obtener nuevos productos transformados y realizar un marketing comercial de estos nuevos productos.

Aumento de la oferta a través de:

- **Mejorar la productividad de los bosques**

Los bosques son la principal fuente de suministro de setas silvestres y, la mayor parte de las setas silvestres están en simbiosis con los árboles. Esta asociación hace que las actuaciones silvícolas que se realicen al arbolado repercutan directamente en el desarrollo de las setas. Por lo tanto, en función de las actuaciones que se realicen, se podrá favorecer la productividad micológica.



- **Recolección más sostenible, educación micológica**

Principalmente, durante la temporada de otoño, recolectores/as profesionales y miles de aficionados/as se mezclan en los bosques con diferentes objetivos. Los primeros para hacer negocio y los segundos para disfrutar del bosque y las setas. En la mayoría de las veces, se trata de personas con escasos conocimientos micológicos, que desconocen o no quieren conocer, los efectos negativos que tiene una mala recolección sobre el desarrollo futuro de las setas. Malas prácticas como, la utilización de rastrillos, la recogida de carpóforos inmaduros o el pisoteo de especies que no reconocen, entre otros, provocan efectos graves en la ecología de numerosas especies, ponen en riesgo al recurso. Esta carencia de “educación micológica” puede ser resuelta a través de la instalación de puestos de información micológica en puntos estratégicos, la realización de cursos básicos de micología y folletos explicativos donde se expongan las normas de recolección y se enseñen las especies de mayor interés gastronómico. Esta información y formación a los/as recolectores/as, profesionales y aficionados/as, permitirá la continuidad futura del recurso.

La certificación PEFC en la cadena de valor de las setas asegura que la recolección y comercialización de setas silvestres se realice de manera sostenible, protegiendo tanto los ecosistemas forestales como las especies de setas. Al seguir los principios de gestión forestal responsable, la certificación PEFC contribuye a la preservación de los recursos naturales, mejora la trazabilidad del producto y abre nuevas oportunidades en el mercado para aquellos comprometidos con la sostenibilidad.

- **Regulación de la recolección de setas**

Año tras año, se verifica un incremento de personas que, en temporada de setas, acuden a los bosques para recoger setas, por ocio o por motivos comerciales. Este incremento en el número de personas compromete los ingresos que los/as propietarios/as 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 por ejemplo en: Aragón, Castilla y León, Comunidad Valenciana, La Rioja, Navarra o el País Vasco.



Este tipo de iniciativas hace que los/as propietarios/as sean los que controlen el acceso de los/as recolectores/as a sus propiedades, se controle la cantidad de personas que acuden a los bosques y que la recolección de este recurso se haga de forma sostenible, controlada y que no interfiera de forma negativa en el ecosistema. Además, hace con que parte del dinero de las licencias sea utilizado para la manutención del bosque, provocando un efecto positivo a nivel de la producción de setas y a nivel del sector turístico, ya que torna los bosques más atractivos para otras actividades de ocio.

- **Incorporación al comercio de nuevas especies de setas silvestres**

Los países intentan, cada vez más, optimizar el aprovechamiento de los recursos. Poco a poco, el comercio nacional e internacional, intenta introducir al mercado nuevas especies de setas que hasta la fecha no se comercializaban en los mercados locales, posibilitando el aumento de oferta.

En el Mundo, hay cerca de 1.144 especies, distribuidas por cerca de 25 géneros, consideradas alimento, comestibles (sin que su consumo haya sido necesariamente confirmado) y/o con propiedades medicinales registradas en, aproximadamente, 85 países, no estando muchas de estas especies en los flujos comerciales (Boa, 2005). En Cataluña, existen cerca de 30 especies que interesan a nivel comercial, lo que supone un 2,6% del número de especies catalogadas en el Mundo como alimento, comestibles y/o con propiedades medicinales.

La incorporación de nuevas especies es extremadamente importante ya que la demanda del consumidor/a y de la Horeca (hotelería, restauración y cafés) es cada vez mayor. Sin embargo, este proceso debe llevarse a cabo con responsabilidad, teniendo en cuenta factores ecológicos, sanitarios y comerciales

- **Obtención de nuevos productos transformados**

Las setas son un producto estacional e inestable en cuanto a producciones anuales se refiere. La industria agroalimentaria trata de solucionar estos inconvenientes a través de la conservación y transformación del producto, para así garantizar la comercialización a lo largo del año. Sin embargo, la transformación de las setas sin una innovación en los procesos de producción industrial puede llegar a alterar de manera considerable algunas de las características organolépticas apreciadas por el consumidor/a, haciendo que una porción de la población prefiera utilizar y consumir este producto en fresco, disminuyendo la demanda de productos transformados. Las exigencias por parte de los consumidores/as han aumentado, siendo más exigentes con la calidad y los precios de los productos, lo que obliga a la industria replantear la innovación, tanto en los procesos de producción como, en la oferta de nuevos productos de calidad.



Actualmente las empresas, cada vez más, intentan innovar y comercializar este recurso de manera distinta de la tradicional, añadiendo un valor añadido a sus productos, aprovechando de manera eficiente el gran potencial de las setas silvestres.

Son numerosos los productos que cada año salen al mercado, actualmente se pueden encontrar en el comercio: galletas, licores, condimentos, panes, snacks, infusiones, mermeladas, salsas, patés, productos medicinales, etc.

Cada vez más, las empresas intentan sorprender el/la consumidor/a y la HORECA (hotelería, restauración, cafés) con productos innovadores y atractivos, habiendo muchos productos derivados de las setas silvestres comercializados exclusivamente en tiendas gourmet debido a por su gran calidad y exclusividad, lo que se repercute en el precio final.

- Marketing comercial

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 a los/as consumidores/as y la visibilidad del producto entre los/as consumidores/as.

Dentro de las ventajas que puede suponer la obtención de la marca de garantía de calidad, además de ofrecer una mayor confianza al consumidor/a, 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.

- **Recomendaciones para los actores del mercado**

A continuación, se presenta un análisis DAFO y las estrategias asociadas a seguir:

	Fortalezas	Debilidades
Análisis interno	Ecosistemas forestales diversos propician una alta diversidad de especies fúngicas En los últimos tiempos se ha avanzado mucho en cuanto a información de gestión micoselvícola Los modelos de gestión micoselvícola son compatibles con otros recursos del bosque, incrementándose la rentabilidad de los ecosistemas forestales Existencia de grupos de investigación en Universidades y centros de investigación que son referencia internacional Alta conciencia social sobre la importancia y relevancia de las setas	Estadísticas oficiales no fiables que no contemplan gran parte de la producción recolectada. Dificultades legislativas de regulación de la comercialización y aprovechamiento de setas con muchas administraciones implicadas (Hacienda, Sanidad, Agricultura...) Trazabilidad comercial insuficiente (escaso control sobre los canales de comercialización) Falta de estudios de productividad en algunos ecosistemas forestales, principalmente de frondosas Las producciones micológicas siguen sin contemplarse en los instrumentos de ordenación forestal Elevada inversión requerida para ejecutar los trabajos selvícolas Elevados costes de recolección en sistemas forestales Falta de profesionalidad del sector, principalmente en la recolección de hongos. Falta de un marco normativo adecuado para la ordenación del recurso micológico Fluctuación de los precios de las setas dificulta una oferta sostenible

	Oportunidades	Amenazas
Análisis externo	Existe una demanda en firme crecimiento, el consumo de setas aumenta un 3,8% anual Existen amplias zonas susceptibles de producción de setas silvestres, por lo que se puede aumentar la oferta en el mercado. Las setas silvestres son un producto bien valorado en general por el conjunto de la sociedad Una gestión forestal adecuada incrementa a rentabilidad de la explotación forestal Recurso que permite generar rentas del trabajo y posibles ingresos a las arcas públicas en forma de IRPF e IVA Generación de rentas asociadas a actividades emergentes como el micoturismo Posibilidad de vender la explotación de las setas a terceros Creación de zonas con aprovechamiento micológico controlado Posibilidad de emitir permisos a terceros para la recolección de setas	La alta dependencia de la meteorología conlleva una alta afección del cambio climático Caída de la producción por falta de gestión asociada a la baja rentabilidad de los montes mediterráneos Riesgo de incendios forestales Conflicto entre la recogida para el autoconsumo y la recolección comercial La sobreexplotación del recurso con una extracción masiva de biomasa fúngica puede poner en riesgo la sostenibilidad del recurso setas Recolección indiscriminada y masiva por parte de recolectores/as que trabajan a destajo Importación de setas debido a la competencia con países en que la mano de obra es más barata, con riesgo ecológico por introducir material micorrízico de poblaciones fúngicas diferentes a las existentes en España Riesgo de confusiones entre especies comestibles y tóxicas

Del análisis y cruce de los factores identificados en el diagrama DAFO se obtienen la matriz DAFO de estrategias a potenciar, ordenadas en estrategias ofensivas, defensivas, de reorientación y de supervivencia.

Matriz DAFO de acciones estratégicas

	Fortalezas	Debilidades
Análisis interno	Estrategias ofensivas: Estudiar el potencial micológico de los ecosistemas menos estudiados Transferir a los gestores forestales los instrumentos y orientaciones de ordenación y gestión micoselvícola Potenciar actividades emergentes como el micoturismo que pueden contribuir a generar rentas en el medio rural Difundir la existencia de otras setas comestibles que se pueden incorporar a los mercados Promocionar (también en el exterior) la recogida de setas como una actividad respetuosa con el medio ambiente y con el desarrollo rural	Estrategias defensivas: Avanzar en la definición de modelos de gestión micoselvícolas que tengan en cuenta el cambio climático Incrementar el esfuerzo de investigación en relación a la ecología y gestión de las comunidades fúngicas Incrementar el conocimiento entre el gran público de las setas comestibles, evitando confusiones con setas tóxicas Difundir al gran público la oportunidad del consumo de seta española frente a la importación de setas Creación de marcas de calidad de setas y territorios que aumenten la confianza del consumidor frente a la entrada de setas sin trazabilidad
	Oportunidades	Amenazas
Análisis externo	Estrategias de reorientación: Mejorar la estadística forestal para que pueda reflejar el valor e importancia de la micología en España Promoción del consumo de setas en España, mejorando su comercialización y su etiquetado Incrementar la formación a los actores de la cadena micológica, profesionalizando el sector Establecer áreas piloto demostrativas de gestión micoselvícola (claras, cortas regeneración...)	Estrategias de supervivencia: Investigar para conocer efectos del cambio climático en las comunidades fúngicas, y poder mitigar sus efectos Avanzar en la normativa de regulación y recolección de setas silvestres, creando un marco estable para la conservación y promoción de la micología, sobre todo en las regiones que no tienen establecida ningún marco legal

6. Bibliografía.

- ÁGRED A T, ÁGUEDA B, FERNÁNDEZ-TOIRÁN M, VICENTE-SERRANO S M, OLANO J M, 2016. Long-term monitoring reveals a highly structured interspecific variability in climatic control of sporocarp production. *Agr For Meteorol* 223, 39-47.
- ALDAY J G, BONET J A, ORIA-DE-RUEDA J A, MARTÍNEZ-DE-ARAGÓN J, ALDEA J, MARTÍN-PINTO P, de-MIGUEL S, HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ M, MARTÍNEZ-PEÑA F, 2017a. Record breaking mushroom yields in Spain. *Fungal Ecol* 26, 144-146.
- ALDAY J G, MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, de-MIGUEL S, BONET J A 2017b. Mushroom biomass and diversity are driven by different spatio-temporal scales along Mediterranean elevation gradients. *Scientific Reports* 7, 45824.
- ALFRANCA O, VOCES R, DÍAZ-BALTEIRO L, 2015. Influence of climate and economic variables on the aggregated supply of a wild edible fungi (*Lactarius deliciosus*). *Forests* 6, 2324-2344.
- ARAMENDI, C, 2018. *Comercialización de setas silvestres en España. Análisis de la cadena de valor* (Trabajo de Fin de Grado). Universidad de Valladolid.
- BoOA E, 2004. Wild edible fungi: a global overview of their use and importance to people. *Non-Wood Forest Products*, No. 17, FAO. – Forestry Department, Rome, Italy, 148p.
- 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.
- BONET J A, GONZÁLEZ-OLABARRÍA J R, MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, 2014. Mushroom production as an alternative for rural development in a forested mountainous area. *J Mountain Sci* 11, 535-543.
- BRENGO A, VIDALE E, OLIACH D, MAROIS O, ANDRIGHETTO N, STARA K, MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, BONET JA, 2022. Short communication: Edible wild mushrooms of the Northern Mediterranean area - Sectorial analysis and future perspectives. *Forest Systems* 31(3).
- BÜNTGEN U, KAUSERUD H, EGLI S, 2012. Linking climate variability to mushroom productivity and phenology. *Front Ecol Environ* 10, 14–19.
- BÜNTGEN U, EGLI S, Galván D, Díez JM, Aldea J, Latorre J, Martínez-Peña F, 2015. Drought-induced changes in the phenology, productivity and diversity of Spanish fungi. *Fungal Ecol* 16, 6-18.
- BÜNTGEN U, LATORRE J, EGLI S, MARTÍNEZ-PEÑA F, 2017. Socio-economic, scientific, and political benefits of mycotourism. *Ecosphere*, 8(7).
- CEO, 2014. *Òmnibus de la Generalitat de Catalunya* 2014-1.
- DANELL E, 1994. Formation and growth of the ectomycorrhiza of *Cantharellus cibarius*. *Mycorrhiza* 5(2), 89-97.

- de-MIGUEL S, BONET J A, PUKKALA T, MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, 2014. Impact of forest management intensity on landscape-level mushroom productivity: A regional model-based scenario analysis. *For Ecol Manage* 330, 218–227.
- DÍAZ-BALTEIRO L, 2015. Aspectos económicos del recurso micológico. Implicaciones para la gestión forestal. *Cuadernos SECF* 39, 345-366.
- EGLI S, PETER M, BUSER C, STAHEL W, AYER F, 2006. Mushroom picking does not impair future harvests – Results of a long-term study in Switzerland. *Biol Conserv* 129, 271-276.
- FETRUSE. Federación Española de Empresarios de Setas y Trufas. www.fetruse.es
- GARCÍA J.M, 2004. Los aprovechamientos micológicos en España. Régimen Jurídico. Dykinson, SL. Madrid. 214 pp.
- GÓRRIZ-MIFSUD E, 2017. Mapa de regulación marco del aprovechamiento micológico y acotados de setas en España. Actualizado a 27/12/2017. Documento interno.
- GÓRRIZ-MIFSUD E, BONET J A 2016. Los propietarios forestales privados y la recolección de setas silvestres: ¿son factibles los cotos de setas? *Actas del 2º Congreso Forestal Valenciano*. Segorbe, 173-186.
- GÓRRIZ-MIFSUD E, MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, BONET J A, VALLVEY A, 2014. La societat catalana accepta una regulació per la recollida de bolets i un pagament finalista cap a la gestió del bosc. *Silvicultura* 70, 24-26.
- HALL I R, LYON A J E, WANG Y, SINCLAIR L, 1998. Ectomycorrhizal fungi with edible fruiting bodies. 2. *Boletus edulis*. *Econ Bot* 52, 44-56.
- HEILMANN-CLAUSEN J, VERBEKEN A, VESTERHOLT J, 2000. The genus *Lactarius*. *Fungi of Northern Europe – Vol. 2*. Svampetryk, Danish Mycological Society. 287 pp.
- HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ M, de-MIGUEL S, PUKKALA T, ORIA DE RUEDA J A, MARTÍN-PINTO P, 2015b. Climate-sensitive models for mushroom yields and diversity in *Cistus ladanifer* scrublands. *Agr For Meteorol* 213, 173-182.
- ICC, 2003. Setas y hongos. Corporación Colombia Internacional (ed.). *Inteligencia de mercados. Perfil de mercados*, 21: 1-6.
- MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, BONET J A, FISCHER C R, COLINAS C, 2007. Productivity of ectomycorrhizal and selected edible saprotrophic fungi in pine forests of the pre-Pyrenees mountains, Spain: Predictive equations for forest management of mycological resources. *For Ecol Manage* 252, 239–256.
- MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, RIERA P, GIERGICZNY M, COLINAS C, 2011. Value of wild mushrooms picking as an environmental service. *Forest Policy and Economics* 13, 419-424
- MARTÍNEZ DE AZAGRA A, ORIA DE RUEDA J A, MARTÍNEZ ZURIMENDI P, 1998. Estudio sobre la potencialidad de los diferentes usos del bosque para la creación de empleo en el medio rural de Castilla y León. Junta de Castilla y León. Fondo Social Europeo. Universidad de Valladolid. Palencia.

- MARTÍNEZ-PEÑA F, ÁGREDA T, ÁGUEDA B, ORTEGA-MARTÍNEZ P, FERNÁNDEZ-TOIRÁN L M, 2012a. Edible sporocarp production by age class in a Scots pine stand in Northern Spain. *Mycorrhiza* 22(3), 167–174.
- MARTÍNEZ-PEÑA F, ALDEA J, DE FRUTOS P, CAMPOS P, 2015b. Renta ambiental de la recolección de setas silvestres en los sistemas forestales de Andalucía. En: Biodiversidad, usos del agua forestal y recolección de setas silvestres en los sistemas forestales de Andalucía (Campos P, Diaz, M, eds). Memorias científicas de RECAMAN. Volumen 2. Memoria 2.3. Editorial CSIC, Madrid, pp. 274-388.
- MARTÍNEZ-PEÑA F, de-MIGUEL S, PUKKALA T, BONET J A, ORTEGA-MARTÍNEZ P, ALDEA J, MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, 2012b. Yield models for ectomycorrhizal mushrooms in *Pinus sylvestris* forests with special focus on *Boletus edulis* and *Lactarius group deliciosus*. *For Ecol Manage* 282, 63-69.
- MARTÍNEZ-PEÑA F, GÓMEZ CONEJO R, ORTEGA-MARTÍNEZ P, (2006–2010) MICODATA—Sistema de información geográfica sobre la producción, aprovechamiento y ordenación del recurso micológico en Castilla y León. <http://www.micodata.es>. Accessed 30 December 2010
- MARTÍNEZ-PEÑA F, ORIA DE RUEDA J A, ÁGREDA T, 2011. Manual para la gestión del recurso micológico en Castilla y León). Ediciones serie técnica SOMACYL-Junta de Castilla y León. 448 pp.
- MARTÍNEZ-PEÑA F, PICARDO A, REDONDO C, LATORRE J, 2015a. Micocyl.es: El programa de micología de Castilla y León. *Boletín Micológico de FAMCAL* 10, 149.
- ORIA DE RUEDA J A, MARTÍNEZ DE AZAGRA A, NEMOZ S, 1991. Ecología y productividad de *Pleurotus eryngii* (DC.:Fr.) Quél. y *Cantharellus cibarius* Fr. en España. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 15, 5-12.
- ORIA DE RUEDA JA, 1989a. Silvicultura y ordenación de montes productores de hongos micorrizógenos comestibles. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 13, 175-188.
- ORIA DE RUEDA JA, 1989b. Silvicultura de Recursos no Maderables en los bosques subalpinos pirenaicos. *Acta Biologica Montana* (IX), 179-184.
- ORIA DE RUEDA JA, 1991. Bases para la Silvicultura y Ordenación de montes productores de hongos micorrizógenos comestibles. *Montes* 26, 48-55.
- ORIA DE RUEDA JA, 2007. Hongos y setas tesoro de nuestros montes. Ediciones Cálamo. Palencia.
- ORIA DE RUEDA JA, DE LA PARRA B, OLAIZOLA J, MARTÍN-PINTO, P, MARTÍNEZ DE AZAGRA A, ÁLVAREZ A, 2008. Silvicultura micológica. En: *Compendio de Silvicultura Aplicada en España* (Serrada R, Montero G, Reque, J.A, eds). Pp: 833-860.
- PALAHÍ M, PUKKALA T, BONET J.A, COLINAS C, FISCHER C.R, 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.
- PEINTNER U, SCHWARZ S, MESIC’ A, MOREAU P-A, MORENO G, SAVIUC P, 2013. Mycophilic or Mycophobic? Legislation and Guidelines on Wild Mushroom

- Commerce Reveal Different Consumption Behaviour in European Countries. PLoS ONE 8(5), e63926.
- PROKOFIEVA I, GÓRRIZ-MIFSUD E, BONET J.A, MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, 2016. “VIABILITY OF INTRODUCING PAYMENTS FOR THE COLLECTION OF WILD FOREST MUSHROOMS IN CATALONIA (NORTH-EAST SPAIN)”. SMALL-SCALE FORESTR, 16, 147-167.
 - SÁNCHEZ-GONZÁLEZ M, CALAMA R, BONET J. A, 2020. Los productos forestales no madereros en España: Del monte a la industria. Monografías INIA: Serie Forestal Nº 31. INIA, Ministerio de Ciencia e Innovación, Gobierno de España.
 - TAHVANAINEN V, MIINA J, KURTTILA, M, SALO K, 2016. “Modelling the yields of marketed mushrooms in Picea abies stands in eastern Finland”. Forest Ecology and Management, 362: 79-88.
 - TAYE Z M, MARTÍNEZ-PEÑA F, BONET J A, MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, DE-MIGUEL S, 2016. Meteorological conditions and site characteristics driving edible mushroom production in Pinus pinaster forests of Central Spain. Fungal Ecol 23, 30-41.
 - TOMAO A, BONET J A, MARTÍNEZ DE ARAGÓN J, DE-MIGUEL S, 2017. Is silviculture able to enhance wild forest mushroom resources? Current knowledge and future perspectives. For. Ecol. Manage., 402, 102-114.
 - VOCES R, DIAZ-BALTEIRO L, ALFRANCA O, 2012. Demand for wild edible mushrooms. The case of *Lactarius deliciosus* in Barcelona (Spain). J For Econ 18, 47–60.