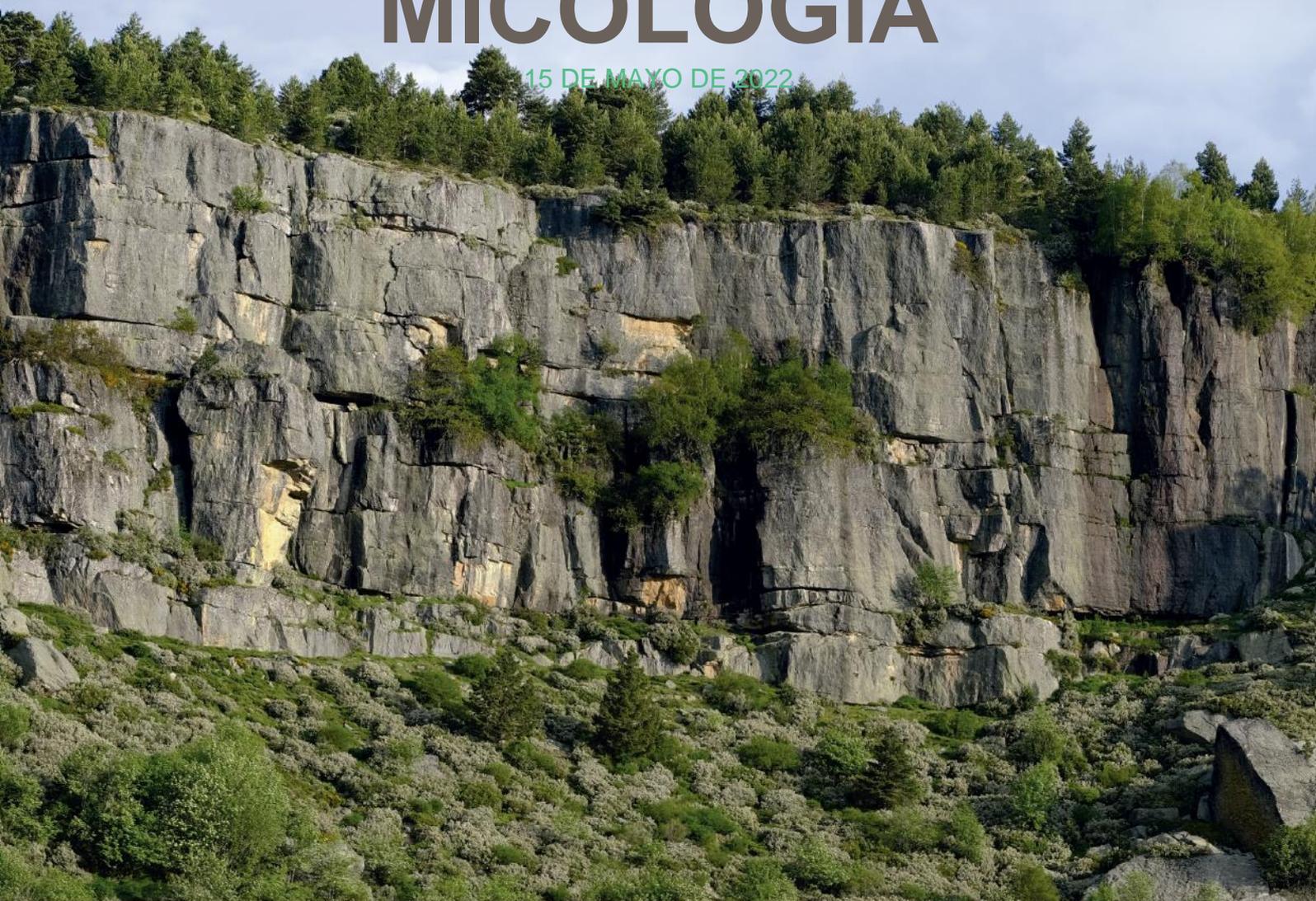




LIFE SORIA
ForestAdapt

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN- MICOLOGÍA

15 DE MAYO DE 2022



CON LA CONTRIBUCIÓN DEL INSTRUMENTO FINANCIERO LIFE DE LA UNIÓN EUROPEA





ÍNDICE

0. Summary	3
1. Introducción	4
1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	4
1.2 EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO SOBRE LA MICOLOGÍA	4
2. Medidas de adaptación en la gestión micológica	8
3. Bibliografía	10



0. Summary

Mycology is characterized as a forest resource with a very wide variability in terms of interannual production. Each of the fungal species is associated with a specific habitat where there are suitable conditions for their fructification. In the specific case of mycorrhizal species, their fructification is associated, among other things, with the presence of specific plant species. Soria is one of the provinces of Spain with the greatest fungal diversity. In addition, it is also characterized by having, in general, very good productions of wild mushrooms with high economic value.

Mushroom production in general can be affected by a multitude of variables. Mean monthly precipitation and mean accumulated evapotranspiration seem to be two of the variables that are closely related to annual production. Therefore, variation in climatic conditions caused by climate change may affect the production of this forest resource.

The management of the different plant formations and forest ecosystems is a key issue in their adaptation to climate change and for the maintenance of the mycological activity that sustains them. The diversity of Spanish forest ecosystems and the complex relationships between plant formations and fungi mean that the characteristics of the mycological resource are closely linked to and determined by the silvicultural treatments applied to the stand. The forest management applied with the aim of improving the resilience of our forests becomes the main tool for the adaptation of the mycological resource to climate and global change.

In this document the main measures of adaptation to climate change in mycological management are collected and explained:

- Improvement of mycological productivity through the promotion of potential fructification habitats.
- Improvement of mycological productivity through the application of silvicultural treatments.
- Development of predictive models of production conditioning factors.



1. Introducción

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

La micología se caracteriza por ser un recurso forestal con una variabilidad muy amplia en cuanto a la producción interanual. Sin embargo, esta variabilidad no es tan amplia cuando hablamos de plantaciones micorrizadas debido a que la gran mayoría de estas tienen riego para completar la falta de lluvia en los años de escasez de precipitaciones. Cada una de las especies fúngicas está asociada con un hábitat concreto donde existen las condiciones adecuadas para su fructificación. En el caso concreto de la trufa, la asociación micorrízica se establece principalmente con la encina (*Quercus ilex*).

En el caso concreto de las especies micorrízicas, su fructificación está asociada, entre otras cosas, con la presencia de especies vegetales concretas. Soria es una de las provincias de España que mayor diversidad fúngica presenta. Además, también se caracteriza por tener, en general, muy buenas producciones de hongos silvestres con alto valor económico. En el marco del proyecto Life Soria Forest Adapt tenemos como objetivo evaluar el impacto del cambio climático en la producción micológica y proponer unas medidas de adaptación enfocadas a la gestión del recurso micológico.

1.2 EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO SOBRE LA MICOLOGÍA

Soria es una de las provincias con mayor importancia en producción de hongos comestibles con valor económico a nivel nacional. Las especies comercializables con mayor valor económico del sector son *Boletus edulis* y *Lactarius deliciosus*, suponiendo una importante fuente de ingresos en el medio rural. En las siguientes figuras vemos los mapas potenciales de fructificación de boletus y nícolas en la provincia de Soria (Figura 1). Estos mapas muestran la superficie potencial de fructificación clasificada (óptimo, adecuado o marginal) en función de su potencialidad de acuerdo a los requerimientos fisiológicos de cada una de las especies fúngicas. En total tenemos 95,288 ha de superficie potencial para la fructificación del *Boletus edulis* y 185,170 ha de *Lactarius deliciosus* en la provincia. Algunos estudios demuestran que la producción en estos montes puede llegar a ser de 100 Kg/ha (Martínez-Peña et al., 2012).



HÁBITAT POTENCIAL DE FRUCTIFICACIÓN *Lactarius deliciosus*

HÁBITAT POTENCIAL DE FRUCTIFICACIÓN *Boletus edulis*



Leyenda

- Montes_piloto
- Clasificación hábitat**
- Marginal
- Adecuado
- Óptimo



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



Figura 1. Hábitat potencial de fructificación de las especies *Lactarius deliciosus* y *Boletus edulis* en la provincia de Soria.

Estos mapas potenciales de fructificación han sido creados en función de las siguientes variables: especie principal, especie secundaria, piso bioclimático, edad de la masa, fracción de cabida cubierta y ph. Las variables han sido consideradas las variables condicionantes en cuanto a la presencia o no de las especies estudiadas. La primera condicionante es la especie hospedante sin la cual no es posible la presencia de la micorriza correspondiente. En la siguiente tabla puede verse las especies arbóreas o arbustivas asociadas a algunas de las especies estudiadas. Así la producción micológica puede verse influenciada por el efecto del cambio climático en el sentido de ejercer cambios en los hábitats potenciales de fructificación de hongos silvestres.

Familia	Especies	Árboles y arbustos asociados
<i>Russulaceae</i>	<i>Lactarius deliciosus</i> s.l. (<i>Lactarius deliciosus</i> ,)	<i>Pinus sylvestris</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus pinaster</i>
<i>Boletaceae</i>	<i>Boletus edulis</i> s.l. (<i>Boletus aestivalis</i> , <i>Boletus aereus</i> , <i>Boletus edulis</i> , <i>Boletus pinophilus</i>)	<i>Cistus ladanifer</i> , <i>Quercus spp.</i> , <i>Picea spp.</i> , <i>Pinus sylvestris</i>

Tabla 1. Árboles y arbustos asociados a algunas de las especies micológicas más productivas de la provincia de Soria



La producción de setas en general puede verse afectada por multitud de variables. La media mensual de precipitación y la media de evapotranspiración acumulada parecen ser dos de las variables que están estrechamente relacionadas con la producción anual. Por tanto, la variación en las condiciones climáticas provocadas por el cambio climático puede afectar a la producción de este recurso forestal no maderable. Sin embargo, numerosos estudios han demostrado que solamente las condiciones climáticas o locales no explican la fructificación de setas porque existen multitud de interacciones muy complejas entre las variables meteorológicas a nivel local y otras variables del ecosistema (Barroetaveña et al., 2008; Egli et al., 2011; Krebs et al., 2008).

La micoselevicultura viene definida como la ciencia experimental que estudia las relaciones entre la dinámica natural de los ecosistemas forestales y las técnicas de gestión, con el objetivo de definir las mejores prácticas para la sostenibilidad y aprovechamiento de los recursos micológicos. Algunos autores han propuesto algunas guías de selvicultura orientadas a la producción de setas (Palahí et al., 2009; Pierangelo and Rolland, 2013; Bettini et al., 2016). Pero, a pesar de que ha habido un incremento importante en la cantidad de estudios que se han centrado en evaluar los estudios de la micoselevicultura en la producción micológica, el elevado número de variables potenciales que influyen en el rendimiento de los hongos y su interdependencia, hacen que el desarrollo de recomendaciones claras de gestión forestal en este sentido sea realmente difícil.

Por tanto, sabemos algunos aspectos climáticos y dasométricos que afectan a la producción de algunas especies micológicas:

- 1.- El rendimiento de los hongos micorrícicos depende de la edad del bosque, ya que generalmente son más abundantes en los rodales más jóvenes.
- 2.- La fracción de cabida cubierta también influye en la producción de especies como el *Lactarius deliciosus* el cual se ve beneficiado cuando no existe tangencia de copas en la masa.
- 3.- La densidad de la masa es otra de las variables que influye sobre la producción micológica. Área basimétrica en torno a 20 y 40 m²/ha son óptimas para la producción de *Lactarius deliciosus* y *Boletus edulis* respectivamente.
- 4.- La composición de las masas es de vital importancia para la producción de hongos. Ya que en muchos de los casos son los hospedantes, sin la presencia de estas especies no es posible la ocurrencia de los hongos micorrícicos.

Además, las prácticas de selvicultura lógicamente afectan a la presencia y producción de setas tanto positivamente como negativamente porque pueden beneficiar a una especie en detrimento de otra debido a la gran variabilidad en el reino fungi. Algunos de los efectos detectados según Tomao et al., 2017 son:

- 1.- El efecto de los aclareos en bosques de coníferas tienen un efecto positivo en especies como *Lactarius spp.*, y *Boletus spp.* y un efecto negativo en especies como *Cantharellus spp.* Además, si los aclareos son muy intensos puede verse afectado negativamente el rendimiento micológico de forma generalizada.
- 2.- El efecto de las cortas de regeneración en masas uniformes es realmente negativo sobre los hongos micorrícicos. Por ello, es recomendable dejar árboles padre que sustenten y por tanto reduzcan el efecto de la corta sobre este tipo de hongos.
- 3.- El hecho de realizar múltiples tratamientos selvícolas en el mismo sitio de manera sucesiva incrementa la compactación del suelo y por tanto reduce la producción micológica.



4.- Los incendios forestales provocan la reducción de la producción de setas incluso más que las cortas, con excepción de algunas especies pirófitas como *Morchella spp.*

En resumen, en la siguiente tabla se puede ver la relación entre las características de la masa forestal, los tratamientos selvícolas de gestión o principales perturbaciones y la ocurrencia de especies micológicas.

Efecto de la edad de la masa forestal	Influencia de la edad en la producción de setas silvestres	+
	Producción en masas regulares	-
	Producción en masas irregulares	-
Densidad de la masa forestal	Relación entre el área basimétrica y la producción de setas silvestres	+
	Relación entre el número de árboles por hectárea y la producción de setas silvestres	-
	Relación entre la fracción de cabida cubierta y la producción de setas silvestres	+
Composición de las especies arbóreas	Influencia de la composición y diversidad de especies arbóreas y la producción de setas silvestres	--
	Producción de setas en bosques de coníferas	+
	Producción de setas en bosques de frondosas	-
Efecto de la gestión forestal	Efecto de las claras en la producción micológica a corto plazo	+
	Efecto de las claras en la producción micológica a largo plazo	-
	Efecto de las cortas a hecho en la producción micológica	+
	Efeto del aclareo sucesivo uniforme en la producción micológica	-
	Efecto de la entresaca en la producción micológica	-
	Uso de árboles micorrizados para incrementar la producción de setas en ecosistemas forestales	--
	Efecto de los aprovechamientos forestales en la producción de setas silvestres	-
	Efecto del desbrozado en la producción de setas silvestres	--
	Ausencia de gestión forestal	--
Efecto de las perturbaciones forestales	Efecto de la recogida de setas en la producción de setas silvestres	+
	Efecto de la eliminación del mantillo superficial en la producción de setas silvestres	-
	Efecto del fuego en la producción de setas silvestres	+

Tabla 2. Revisión bibliográfica sobre el estado de la cuestión en la literatura científica entre las características de la estación forestal, las prácticas selvícolas y las perturbaciones forestales y la aparición de hongos. El símbolo (-) indica "sin referencias científicas o muy poco conocimiento científico"; El símbolo (--) indica "poco conocimiento científico y pocas experiencias existentes en la literatura científica"; (+) indica "existencia de algunos estudios sobre el tema, pero es necesaria más investigación" (Adaptado de Tomao et al., 2017*).



2. Medidas de adaptación en la gestión micológica

La gestión de las distintas formaciones vegetales, y de los ecosistemas forestales es una cuestión clave en la adaptación de éstos al cambio climático y para el mantenimiento de la actividad micológica que sobre ellos se sustenta. La diversidad de los ecosistemas forestales españoles y las complejas relaciones entre las formaciones vegetales y los hongos hacen que las características del recurso micológico estén íntimamente ligadas y determinadas por los tratamientos selvícolas aplicados sobre la masa. La gestión forestal aplicada con el objeto de mejorar la resiliencia de nuestros bosques se convierte en la principal herramienta de adaptación del recurso micológico al cambio climático y global.

La potencialidad de las distintas medidas propuestas se desarrolla en un modelo de ficha que incluye aspectos como la definición de la propuesta, objetivos, escala de trabajo o los beneficios esperables.

Medida propuesta	Definición	Objetivos/Beneficios buscados
Mejora de la productividad micológica a través del fomento de los hábitats potenciales de fructificación	La relación entre las especies vegetales y los hongos es compleja, pero el manejo los ecosistemas para fomentar los hábitats potenciales de fructificación condicionan y pueden mejorar las producciones de setas silvestres con interés económico en las zonas rurales.	Fomento de especies hospedantes de hongos micorrícicos
		Inclusión de planta micorrizada en las nuevas plantaciones forestales
		Fomento de medidas de adaptación de las especies forestales asociadas con la producción de hongos
		Mejora de la gestión micológica por parte de los gestores del aprovechamiento
		Fomento y conservación de bosques de frondosas donde la producción micológica en ecosistemas templados y mediterráneos es verdaderamente importante
		Aumento de bosques mixtos más resilientes frente a los efectos del cambio climático
		Uso de arbustivos micorrizados para la restauración de suelos degradados
		Búsqueda de nuevos ecosistemas más productivos en cuanto a producción micológica y mejor adaptados a las nuevas condiciones climáticas
Mejora de la productividad micológica a través de la aplicación de	El análisis del efecto de los diferentes tratamientos selvícolas sobre los diferentes tipos de hongos puede conducir a la	Estudio del cambio de las condiciones microclimáticas a nivel de suelo y su efecto sobre la producción micológica
		Aumento del conocimiento sobre los efectos de los tratamientos selvícolas en las especies micológicas de interés socioeconómico
		Aumento del conocimiento del efecto de eventos



tratamientos selvícolas.	mejora de la productividad de las especies micológicas objetivo. Así como aumentar la resistencia y resiliencia de las setas a condiciones ecológicas adversas	extremos sobre la producción de setas (condiciones meteorológicas severas, plagas o enfermedades) Ajuste de los momentos de realizar los aprovechamientos forestales con los ciclos productos de las especies micológicas para maximizar la producción y evitar compactación del suelo Aplicar micoselvicultura de precisión adecuada para cada especie objetivo
Desarrollo de modelos de predicción de factores condicionantes de la producción	La predicción ajustada del comportamiento de los factores de producción de micológica a corto y medio plazo (ej. Precipitaciones tormentosas) es esencial para el desarrollo de estrategias de gestión del aprovechamiento micológico, adelantando decisiones sobre la evolución del mercado, el micoturismo, etc.	Ajustes adaptados a las nuevas condiciones climáticas y teniendo en cuenta los aprovechamientos madereros ligados a la adaptación de las masas a las nuevas condiciones climáticas. Mejora de las predicciones de producción a corto y medio plazo de desarrollo de estrategias de gestión del recurso micológico Desarrollo de alternativas de gestión frente a la imprevisibilidad del recurso



3. Bibliografía

Barroetaveña, C., La Manna, K., Alonso, M.V., 2008. Variables affecting *Suillus luteus* fructification in ponderosa pine plantations of Patagonia (Argentina). *For. Ecol. Manage.* 256 (11), 1868-1874.

Bettini, G., Bianchetto, E., Butti, F., Chiellini, C., De Meo, I., d'Errico, G., Fabiani, A., Gardin, L., Graziani, A., Landi, S., Marchi, M., Mazza, G., Mocali, S., Montini, P., Plutino, M., Roversi, P.F., Salerni, E., Samaden, S., Canencia, I.S., Torrini, G., 2016. Selective thinning: Increasing mechanical stability and biodiversity in black pine plantations. In: Cantiani, P. (Ed.), *Compagnia delle Foreste Srl*. <<http://www.selpibio.eu/en/publications/item/43-technical-handbook-selective-thinning.html>>.

Egli, S., 2011. Mycorrhizal mushroom diversity and productivity – an indicator of forest health? *Ann. For. Sci.* 68 (1), 81-88.

Krebs, C.J., Carrier, P., Boutin, S., Boonstra, R., Hofer, E. 2008. Mushroom crops in relation to weather in the southwestern Yukon. *Botany* 86 (12), 1497-1502.

Martínez-Peña, F., Ágreda, T., Águeda, B., et al., 2012. Edible sporocarp production by age class in Scots pine stand in Northern Spain. *Mycorrhiza* 22: 167-174. DOI: 10.1007/s00572-011-0389-8

Palahí, M., Pukkala, T., Bonet, J.A., Colinas, C., Fischer, C.R., Martínez de Aragón, J.R., 2009. Effect of the inclusion of mushroom values on the optimal management of even-aged pine stands of Catalonia. *For. Sci.* 55 (6), 503–511.

Pierangelo, A., Rolland, B., 2013. *Guida pratica di micoselvicoltura*. <www.amycoforest.eu>(in Italian).

Tomao, A., Bonet, J.A., Martínez de Aragón, J., de-Mieguel, S., 2017. Is selviculture able to enhance wild forest mushroom resources? Current knowledge and future perspectives. *For. Ecol. Manage.* 402, 102-114.



LIFE SORIA

ForestAdapt

www.soriaforestadapt.es
info@soriaforestadapt.es



CON LA CONTRIBUCIÓN DEL INSTRUMENTO FINANCIERO LIFE DE LA UNIÓN EUROPEA



CON EL APOYO DE:

