



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya - 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Organiza



Smartbasket: ciencia ciudadana para la evaluación del recurso micológico en España

ALTELARREA MARTINEZ, J. M.¹, BLÁZQUEZ-CASADO A.¹, GÓMEZ, C^{2,3}, MARTINEZ D⁴. y TEJERO J⁴,

¹ Área Forestal y Recursos Naturales. Fundación Centro de Servicios y Promoción Forestal y de su Industria de Castilla y León.

¹ EIFAB-iuFOR Campus Universitario Duques de Soria, Universidad de Valladolid, 42004 Soria

² Dep. of Geography and Environment, School of Geoscience, University of Aberdeen, Aberdeen AB24 3UE, Scotland, UK

⁴Codesian Software Tech SL.

Resumen

Smartbasket es una aplicación abierta y gratuita para iOS y Android con soporte de gestión de datos mediante un espacio web. Su objetivo principal es establecer un canal de transferencia de información útil, entre los recolectores usuarios y los gestores del aprovechamiento, para la gestión sostenible del recurso micológico. La aplicación está diseñada para proporcionar funcionalidades atractivas al usuario. Es una herramienta que facilita la identificación de especies, la gestión de setales y el desarrollo de muestreos micológicos sobre el terreno, basándose en el registro y transferencia, en tiempo real, de datos de carácter cualitativo y cuantitativo georreferenciados espacialmente. Smartbasket también incorpora la metodología y funcionalidad para llevar a cabo diferentes modalidades de muestreos micológicos, facilitando la tarea de recogida de datos a los profesionales encargados de inventariar el recurso. La transferencia de datos a través de la app se realiza en tiempo real a una metabase de datos que facilita el análisis y la toma de decisiones. La app Smartbasket garantiza a todos los usuarios la privacidad de los datos registrados, que son utilizados únicamente con una finalidad científica, no existiendo la posibilidad de compartir datos con terceros. Smartbasket constituye una herramienta de ciencia ciudadana, a través de la cual el usuario contribuye proporcionando datos de campo a mejorar el conocimiento del recurso micológico.

Palabras clave

Micología, inventario, muestreo, gestión, producción, recolección, aprovechamiento sostenible, TIC, big data, setas silvestres.

1. Introducción

Las setas silvestres han sido tradicionalmente empleadas como alimento o por sus propiedades medicinales, y aún en la actualidad constituyen un complemento económico significativo para poblaciones rurales de diversos países (Boa, 2005). El territorio forestal español tiene una gran aptitud para la producción de hongos silvestres comestibles. La producción de setas silvestres es potencialmente un recurso económico importante en diferentes regiones españolas: Galicia (RIGUERIO, A. 2001), Cataluña (MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J. et al., 2012) y Castilla y León, (MARTÍNEZ-PEÑA, F. et al., 2007), donde su recolección implica actualmente a gran parte de la población rural. Además, existe una gran demanda de consumo interno y de exportación, favoreciendo su comercialización (BOA, E. 2005). El aprovechamiento múltiple y sostenible puede

constituir un elemento de importancia en el desarrollo socioeconómico del entorno productor si los recursos son gestionados adecuadamente (ALEXANDER, S.J. et al., 2002; CALAMA, R. et al., 2010).

En España existe una creciente actividad de recolección y comercialización de setas silvestres, que ha llevado a diferentes administraciones y entidades a regular el aprovechamiento micológico. Para conseguir una gestión dinámica y sostenible de este recurso, es necesaria la adquisición masiva de datos de presencia, fructificación y aprovechamiento de especies con interés socioeconómico para su censo mediante el desarrollo de mapas de potencialidad a nivel nacional . También es necesario conocer su demanda y valor de mercado. Un inventario que permita caracterizar y cuantificar los recursos micológicos es el primer paso para una correcta gestión, siendo imprescindible para la toma de decisiones del gestor. También el desarrollo de modelos predictivos de producción, que anticipen cosechas de setas silvestres, es imprescindible para la expansión de este sector y la gestión del recurso (TOMAO, A. et al., 2017). Modelizar los factores que determinan los rendimientos de hongos silvestres se ha convertido en un área de investigación en auge.

La capacidad de colectar y almacenar datos se ha incrementado considerablemente en los últimos años. En este volumen de datos existe una gran cantidad de información, de gran importancia estratégica, a la que no se puede acceder por las técnicas clásicas de recuperación de la información. El descubrimiento de esta información "oculta" es posible gracias a la Minería de Datos (Data Mining), que entre otras sofisticadas técnicas aplica la inteligencia artificial para encontrar patrones y relaciones dentro de los datos permitiendo la creación de modelos, es decir, representaciones abstractas de la realidad (VALCÁRCEL, V. 2004). Esta cuestión es clave en la gestión de aprovechamientos micológicos para obtener la distribución de las especies en el territorio. Este incremento en la potencia de computación, la existencia de redes mundiales de comunicación interconectadas y los Sistemas de Información Geográfica, permiten diferentes iniciativas destinadas a compilar y visualizar datos masivos de información sobre la distribución de las especies. Uno de los ejemplos más destacables es la iniciativa Global Biodiversity Information Facility (<http://www.gbif.org/>).

El Grupo Operativo MIKOGEST “Gestión dinámica innovadora del recurso micológico” es un proyecto de innovación beneficiario de una ayuda a proyectos de innovación de interés general de grupos operativos de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas (AEI-AGRI) en el marco del programa nacional de desarrollo rural 2014-2020 (FEADER) durante la convocatoria 2019. Se crea con el objetivo de impulsar la sostenibilidad del aprovechamiento del recurso micológico, la trazabilidad en su cadena de valor y la provisión de información útil al recolector y al sector empresarial a través de herramientas basadas en las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC). La actividad central del proyecto consiste en la generación de una gran base de datos capaz de integrar múltiples fuentes, generando información precisa de la capacidad productiva de los montes, así como de la predicción de su productividad en tiempo real mediante estimaciones basadas en modelos matemáticos tradicionales (modelos empíricos) y en herramientas de aprendizaje automático (Machine Learning). Las fuentes de información que alimentan esta gran base de datos son múltiples. Por un lado, tenemos los inventarios micológicos permanentes; una red de parcelas distribuidas entre los diferentes hábitats donde aparecen las principales especies micológicas comestibles más

comercializadas en España y donde se recogen datos de forma sistemática desde hace más de 20 años. Por otro lado, este proyecto hace una apuesta importante por la ciencia ciudadana, como práctica en plena efervescencia que implica la participación de los usuarios en la toma de datos micológicos a través de la herramienta Smartbasket.

2. Objetivos

Smartbasket es una aplicación creada con el objetivo de capturar datos masivos, de presencia, fructificación, rendimientos y aprovechamiento de especies, para su censo, utilizando una metodología sencilla y común para todo el territorio productor español. Estos datos son determinantes para la elaboración y corrección continua de los mapas de distribución potencial de especies micológicas. También, está diseñada como herramienta de trabajo para el profesional que realiza trabajos de inventario de especies y producciones micológicas. Soportada desde cualquier dispositivo móvil y sin dependencia de cobertura de redes móviles, se convierte en la herramienta de captura y transferencia en tiempo real de los datos de muestreo a una única base donde se centralizan todos estos registros, necesarios para el desarrollo posterior de modelos predictivos fiables que anticipen y cuantifiquen fructificaciones de setas silvestres con interés socio económico a nivel nacional.

3. Metodología

3.1 Diseño de la aplicación para la adquisición de datos del recurso micológico

Smartbasket es una app abierta y descargable que convierte el teléfono móvil en un canal para la transferencia de datos e información que ayuda en el desarrollo de programas de gestión dinámicos del recurso micológico. Esta app establece una relación bidireccional con el usuario abriendo un canal de información con la sociedad para concienciar sobre la necesidad de respetar, cuidar y proteger el recurso micológico, mediante la recolección de información sobre el terreno de la evolución del recurso micológico en las diferentes regiones micológicas españolas. Convierte el dispositivo móvil del usuario (móvil o tableta) en un punto de recogida de datos itinerante, estimulando la colaboración activa en la recogida de datos a senderistas y recolectores en sus paseos por el monte, y a profesionales relacionados con el sector. Esta herramienta de ciencia ciudadana es multifuncional, siendo útil para el registro de setales y desarrollo de itinerarios, inventarios, identificaciones, y avisos de incidencias. Esto permite la adquisición en campo de datos de carácter espacial, cuantitativo y cualitativo. A través de sencillos menús y fotos in situ, la aplicación facilita al recolector la identificación de especies y la gestión de sus propios setales, al tiempo que éste colabora en la adquisición de datos esenciales que, de otro modo, sería costoso conseguir. Smartbasket es, por tanto, una herramienta pedagógica con carácter lúdico, y un instrumento para la participación ciudadana, que facilita la colaboración del recolector en un proyecto de innovación con el que se pretende gestionar la regulación del recurso micológico mediante herramientas basadas en Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC).

El sistema de Smartbasket está compuesto por dos aplicaciones, una del lado del servidor basada en Node.js que gestiona y almacena todas las entidades tratadas por el sistema y una aplicación móvil para la consulta y toma de datos en campo. La aplicación del lado del servidor está desarrollada con las últimas librerías y estándares de programación proporcionando un sistema

escalable, que da cabida al almacenamiento y tratamiento de centenares de miles de observaciones micológicas en el territorio español. La aplicación del servidor permite la gestión de los usuarios del sistema, y de distintas entidades para el correcto funcionamiento de la plataforma, en ella se dan de alta y actualizan las especies micológicas, parcelas a estudio, así como setales de los usuarios del sistema, identificaciones de especies por usuarios especializados y avisos relacionados con la actividad micológica. Es en esta parte donde se gestionan también los itinerarios e inventarios con las observaciones de las distintas especies, parte fundamental del sistema Smartbasket. Todas estas observaciones almacenan la posición geográfica de la observación su especie y cantidad aportando al sistema un gran set de datos para su estudio posterior.

Para la toma de datos en campo se ha desarrollado una aplicación móvil para dispositivos Android e iOS. Con esta aplicación los usuarios tanto personas no cualificadas como profesionales o identificadores pueden recabar datos en sus salidas micológicas a campo. La aplicación recaba los datos introducidos por el usuario, así como su posición durante los itinerarios o al registrar una observación. Todos estos datos alfanuméricos imágenes y posiciones son sincronizados con la aplicación del servidor para que estén disponibles para su posterior análisis.

Se ha desarrollado todo un sistema híbrido de sincronización de datos, que permite que se almacenen todos los datos recabados de los usuarios en la aplicación móvil. Debido a las malas condiciones de cobertura móvil y de datos en los montes y zonas cubiertas donde se realiza la actividad micológica, la aplicación se encarga de sincronizar estos cuando dispone de cobertura suficiente actualizando de forma bidireccional los datos entre el servidor y la aplicación. Se realizaron distintas pruebas y métodos de sincronización que fueron testados en campo para garantizar la comunicación de los datos de forma automática. El usuario también tiene la posibilidad de forzar una sincronización si así lo considera necesario para actualizar los datos en todo momento siempre que las condiciones de conexión lo permitan, con este sistema se ha conseguido salvar la problemática de cobertura en entornos sin conexión y facilitar la tarea de los usuarios profesionales que se encargan de la toma de datos en los inventarios micológicos.

3.2 Elaboración y corrección de los mapas potenciales de fructificación

Los Mapas Potenciales de Fructificación (MPF) muestran la superficie donde una especie micológica puede tener capacidad de fructificar según sus exigencias en cuanto a la ecología del hábitat en el que pueden darse. En el proyecto GO MIKOGEST se han elaborado los Mapas Potenciales de Fructificación para las siguientes especies: *Amanita caesarea*, *Boletus aereus*, *Boletus edulis*, *Boletus pinophilus*, *Calocybe gambosa*, *Cantharellus cibarius*, *Hygroporus limacinus*, *Lactarius deliciosus*, *Lactarius sanguifluus*, *Morchella sp.* y *Pleurotus eryngii*.

Los criterios establecidos para la definición de los MPF de cada una de las especies con interés económico seleccionadas se basan en las características de la masa presente, así como de las condiciones físicas y bioclimáticas del hábitat. Numerosos estudios han definido la relación de las especies fúngicas micorrícicas con las características físicas de la masa forestal y las condiciones bioclimáticas del sitio. Una de las variables físicas de la masa forestal más determinante para la estimación de predicciones de fructificación de especies micológicas parece ser el área basimétrica (MARTÍNEZ-PEÑA, F. et al., 2012; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ et al., 2019).

Asimismo, la composición y diversidad micológica se ve afectada por el manejo de las masas forestales a través de diferentes tipos de tratamientos selvícolas (COLLADO, E. et al., 2021). Otro de los factores físicos importantes es la edad de la masa, FERNÁNEZ-TOIRÁN, M. et al., 2006 estudiaron la influencia de las condiciones anuales y de la edad de la masa sobre la riqueza de las especies micológicas en bosques gestionados de *Pinus pinaster*. Con este estudio determinaron la existencia de una relación positiva entre el aumento de la riqueza de las especies y la edad de la masa. Sin embargo, las condiciones anuales ejercieron un mayor efecto que la edad del rodal en la riqueza y composición de las especies. Del mismo modo, GASSIBE, P. et al., 2015 concluyeron en su trabajo que las condiciones climáticas extremas favorecen la producción y riqueza de especies micológicas. Aunque otros estudios parecen indicar que las precipitaciones de finales de verano y principios de otoño son cruciales para la producción de algunas de las especies micológicas de mayor interés socioeconómico en España (TAYE, Z.M. et al., 2016).

En concreto para la obtención de los Mapas Potenciales de Fructificación en este trabajo, se ha tenido en cuenta tanto la especie principal como la especie secundaria presente en la masa forestal. En cuanto a variables descriptoras de la estructura de la masa ha sido incluido el estado de desarrollo de la especie principal (replantado, monte bravo, latizal y fustal) y fracción de cabida cubierta para el total de las especies arbóreas (porcentaje de suelo cubierto por la proyección horizontal de las copas de los árboles), ambas recogidas en el Mapa Forestal Español a escala 1:50.000 (VALLEJO, R. 2005). Además, la superficie de fructificación de cada especie también ha sido limitada por las condiciones fitoclimáticas según en Mapa de subregiones Fitoclimáticas de España Peninsular y Balear (ALLUÉ, J.L. 1990). Además, el ph del suelo también ha sido tenido en cuenta, ya que es un criterio condicionante de la aparición de determinada cubierta vegetal y especies fúngicas en un hábitat concreto. En este caso la cartografía utilizada ha sido creada dentro del proyecto MIKOGEST tomando como base el Mapa litoestratigráfico de España 1:200.000 del Instituto Geológico y Minero (DEL POZO, M. 2009) y en el Mapa de ph del suelo en Europa del Centro Europeo de Datos sobre el suelo (JRC-ESDAC) (LAND RESOURCES MANAGEMENT UNIT INSTITUTE FOR ENVIRONMENT & SUSTINABILITY EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTRE, 2010)

Una vez procesada toda la cartografía adecuada en torno a los criterios seleccionados, para definir los valores críticos en cada una de las especies, se aplicó la metodología de *panel de expertos*, a personas expertas de toda la geografía española. El objetivo de estas encuestas fue obtener información sobre los requerimientos de algunas de las principales especies micológicas comestibles en España. Para su ejecución, la metodología seguida fue mediante encuestas DELPHI, las cuales conllevan la realización de dos rondas. Una primera ronda en la que se ha buscado el conocimiento experto en la identificación de los hábitats idóneos para la fructificación de los hongos, asignando un valor productivo a diferentes estructuras de bosque. Y una segunda ronda, donde se busca el consenso del panel de expertos sobre los resultados procesados de la primera encuesta. Así, teniendo en cuenta todos los factores, la superficie potencialmente ocupada por cada una de las especies micológicas objeto de estudio se ha clasificado como superficie óptima, adecuada o marginal según su potencialidad para fructificar en función de todos los criterios anteriormente descritos.

Una vez elaborados los MPF, la herramienta Smartbasket nutre y corrobora estos mapas, siendo la base de su corrección. En este sentido, pueden ser detectados dos tipos de errores: (i)

errores cuyo origen procede de la precisión de la cartografía base para la elaboración del MPF, del Mapa Forestal Nacional y (ii) errores como consecuencia de desajustes de la metodología aplicada en la definición de la clasificación de superficie como óptima, adecuada o marginal según los criterios establecidos. Así, la metodología para la corrección de ambos tipos de errores es diferente dependiendo del origen de este. En el primer caso, la corrección se produce de forma automática en la aplicación. Una vez que entra en el sistema un registro procedente de la app Smartbasket que no está reflejado en el MPF de la especie recogida se genera una celda de 100x100 metros y se incorpora a la superficie potencial de fructificación de la especie, con la categoría “marginal”, a la espera de ser analizado y clasificado en la categoría adecuada. En el segundo caso, periódicamente cada vez que existe un volumen de registros moderado para cada una de las especies micológicas objeto de estudio, se llevará a cabo un análisis detallado de los mismos. Así, se llevará a cabo un ajuste de los límites establecidos en cada una de las variables estudiadas en el desarrollo de los MPF (especies principal y secundaria, estado de desarrollo de la masa, fracción de cabida cubierta, condiciones fitoclimáticas y ph) actualizando las categorías en las que se ha clasificado la superficie potencialmente ocupada por cada especie.

4. Resultados

Smartbasket está disponible de forma gratuita en las principales plataformas de descarga tanto en Android como en iOS y en la web: <https://www.mikogest.net/>.

La aplicación se ejecuta a través de dispositivos móviles para la captura de datos (Figura 1) y el usuario dispone de un espacio exclusivo web, donde puede gestionar, editar y corregir la información que ha registrado previamente en su móvil: <https://smartbasket.mikogest.net/#> (Figura 2). Los datos registrados a través de esta app se utilizan únicamente con una finalidad científica y no se comparten con terceros con otros fines. Estos datos se gestionan a través de un sistema Big data del recurso micológico a través del cual se extraen conclusiones útiles para la gestión sostenible del recurso en los diferentes hábitats productores a nivel nacional. El usuario de la aplicación tiene garantizada la privacidad de sus datos.

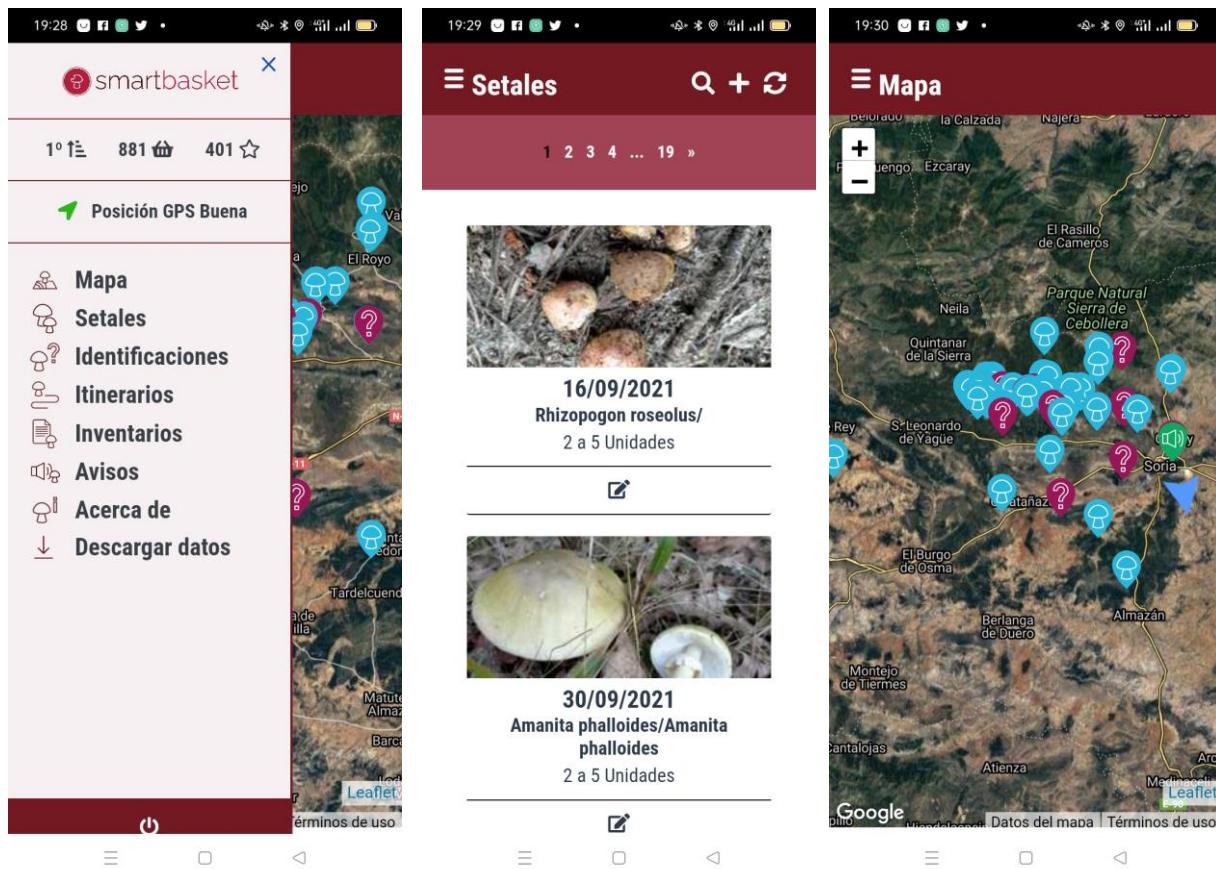


Figura 1. Menú de funcionalidades de la app Smartbasket en plataforma móvil, funcionalidad setal y registro ubicación de setales.

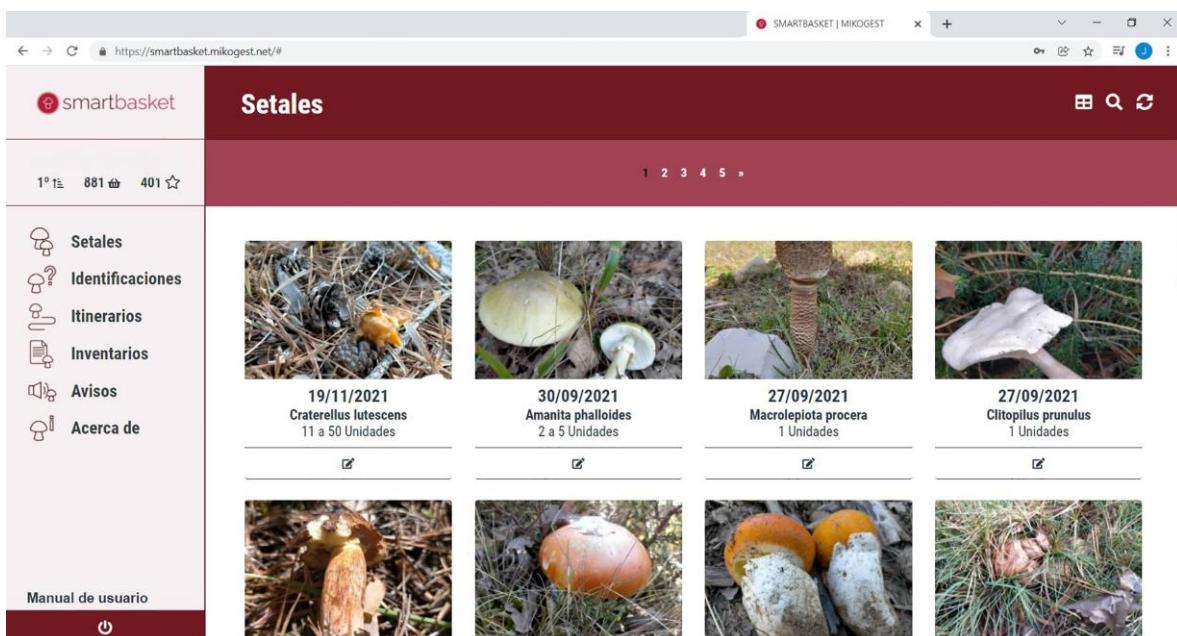


Figura 2. Menú de funcionalidades de la app Smartbasket en plataforma de escritorio para edición de entidades.

En el primer año de actividad, el número de usuarios de la aplicación es de 459, de los cuales 15 tienen rol de profesional, 13 identificador, 2 son administrador y el resto son usuarios generales. La actividad de uso y registro de entidades en la aplicación se desarrolló durante el año 2021 (Figura 3). El usuario general registra entidades georreferenciadas (localizaciones de especies micológicas) a través de tres funcionalidades: setales, itinerarios e identificaciones. En total se ha registrado en todo el territorio español 1740 observaciones (Figura 4) de 214 especies diferentes, de las cuales 1034 corresponden con localizaciones de especies con interés socio económico (Figura 5).

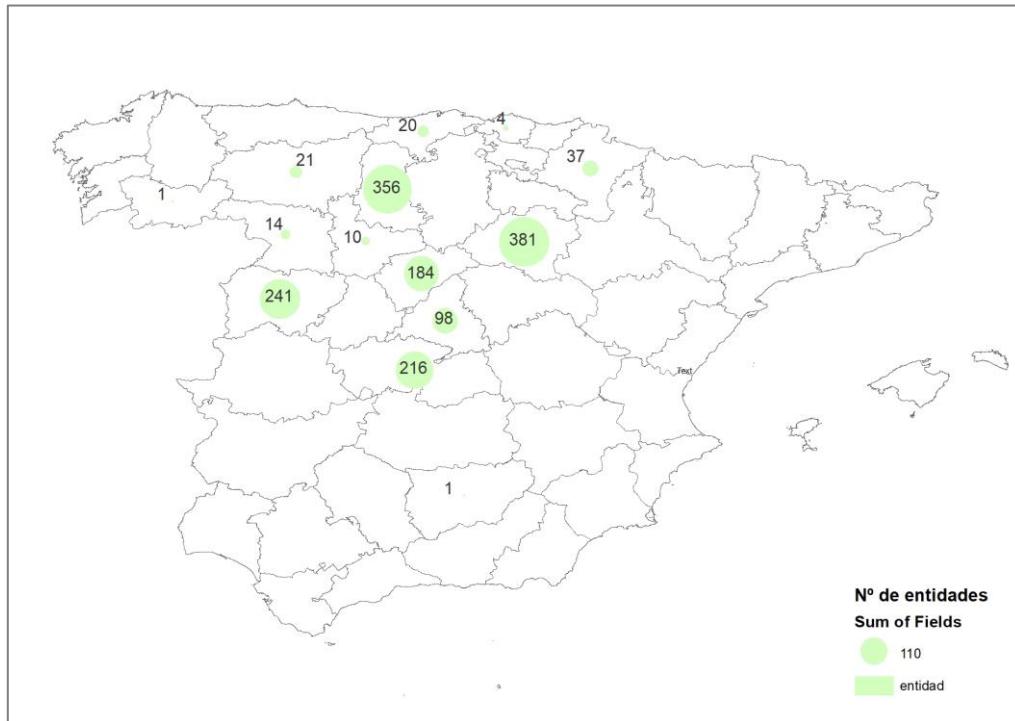


Figura 3. Distribución espacial las de entidades registradas con Smartbasket en 2021 en el territorio español.

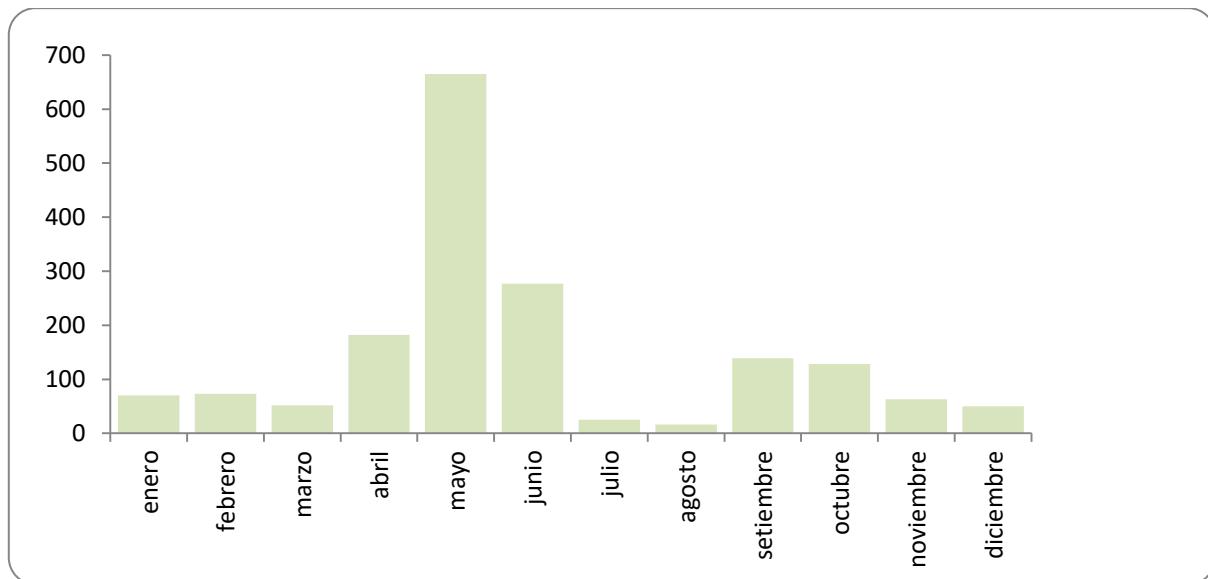


Figura 4. Distribución temporal las de entidades registradas con Smartbasket en 2021 en el territorio español.

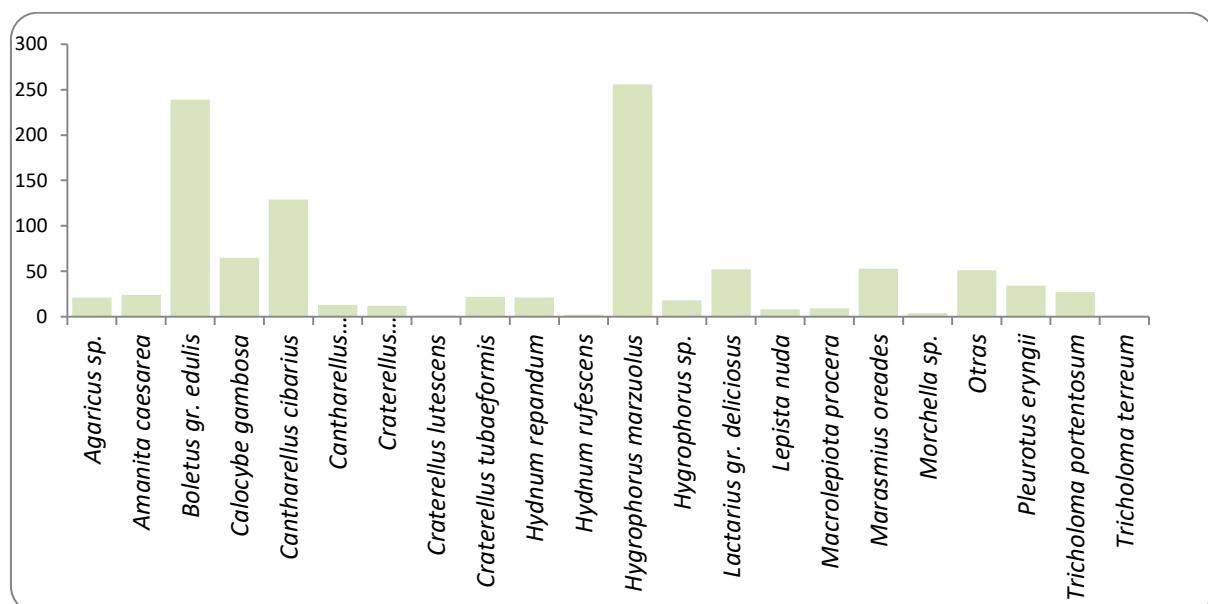


Figura 5. Número de entidades de especies de hongos silvestres con interés socioeconómico registradas con Smartbasket en 2021 en el territorio español.

Con Smartbasket se ha centralizado durante 2021 la captura y transferencia de datos del inventario micológico realizado en 110 parcelas permanentes distribuidas diferentes espacios productores de Castilla y León. Este inventario ha supuesto 1396 visitas al total de parcelas a lo largo del año, siendo los responsables del muestreo y transferencia de datos los 15 profesionales con este rol en Smartbasket. Este sistema común para en la captura y la transferencia de los datos, facilita las labores administrativas, de comunicación y procesado posterior previo a su análisis (Tabla 1).

Tabla 1. N° de muestreos mensuales realizados en las parcelas permanentes y su distribución en diferentes hábitats productores de Castilla y León. Dónde: N° es el número de parcelas permanentes para cada estrato.

Estrato	Nº	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
Alcornocal	4	0	0	0	8	0	0	0	0	20	12	0	40
Encinar silíceo	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	0	11
Jaral silíceo	4	0	0	0	1	0	0	0	0	20	12	0	33
Pastizal	8	0	12	12	15	3	0	0	0	10	5	0	57
Pinar alta montaña silíceo	39	36	105	84	64	48	16	0	170	170	86	0	779
Pinar mediterráneo xerófilos y silíceos	24	0	0	0	0	0	0	0	103	114	84	0	301
Rebollares	27	0	0	0	14	31	14	0	22	61	19	1	162

5. Discusión

El desarrollo de inventarios micológicos representa un gran reto como consecuencia de la variabilidad del recurso, por el elevado número de especies y los múltiples factores que influyen en su presencia, existencia, desarrollo y fructificación; pero también del gran tamaño y variabilidad del espacio productor para una única especie, lo que provoca en muchas ocasiones problemas estadísticos para la obtención de estimadores no sesgados y eficientes con sus correspondientes intervalos de confianza para la estimación de producciones micológicas (MARTÍNEZ-PEÑA, F. et al., 2012; ORIA DE RUEDA, J. A., et al., 2009). Para determinadas regiones de España, existe un volumen importante de datos a largo plazo de alta calidad de producción de setas silvestres, que está permitiendo su modelización (ALDAY, J.G. et al., 2017; EGLI, S. et al., 2006; FERNÁNDEZ-TORIÁN, M. et al., 2006; HERRERO, C. et al., 2019; MARTÍNEZ-PEÑA, F. et al., 2012). Sin embargo, existen muchos hábitats potencialmente productores y regiones de España donde no existen estos datos de producciones y fructificaciones georreferenciadas. Una colección o histórico de estos datos lo suficientemente grande y representativa en cuanto a hábitats y territorio permitirá una mico-evaluación a nivel global y nacional, para el desarrollo de mapas potenciales de distribución de especies, modelos predictivos de fructificación y de producción fiables que anticipen y cuantifiquen cosechas de setas silvestres con interés socio económico.

Con esta aplicación se trata, en esencia, de favorecer a través de ciencia ciudadana, la generación de información georreferenciada sobre la distribución de estas especies y en un paso posterior su combinación con diferentes datos ambientales que actuarán como predictores, a fin de obtener funciones estadísticas con capacidad predictiva. Existen un gran conjunto de técnicas disponibles para este propósito (ELITH et al., 2006). Sin embargo, los resultados de las mismas difieren según se busque estimar la distribución “potencial” o la “real” de las especies (SOBERÓN, J. 2007; JIMÉNEZ-VALVERDE, A. et al. 2008; PETERSON, A. et al. 2006; SOBERÓN, J. & PETERSON, A. 2004). Para obtener representaciones que se acerquen a la distribución real, se necesita incorporar

al análisis, datos de ausencia fiables de ubicaciones con condiciones ambientales favorables(LOBO, J.M. 2008). En la gestión del aprovechamiento micológico en un territorio concreto, la información de partida es deseable obtener una simulación cercana a la distribución potencial de una especie, por lo que se puede obviar la información sobre las ausencias o bien incluir en el análisis aquellos espacios con condiciones claramente desfavorables (CHEFAOUI, R.M. & LOBO, J.M. 2008; JIMÉNEZ-VALVERDE, A. et al., 2008).

Las posibilidades de la modelización se reducen si el número de observaciones es escaso. Se considera que el tamaño de la muestra sea superior a diez veces el número de las variables explicativas y además deben de estar distribuidos de forma homogénea y en toda la extensión del abanico de condiciones ambientales (KADMON R, 2003; Peduzzi et al., 1996). El reto es extender en número y diversidad de espacios para todo el territorio nacional. Este proyecto a priori inabarcable por la dimensión del requerimiento en recursos humanos, puede ser abordado a través de herramientas de colaboración ciudadana. La merma en la calidad de los datos registrados, como consecuencia de la heterogeneidad de usuarios, debe ser compensada por un minado exhaustivo previo a la modelización que discrimine sesgos y la invalidez de ciertos datos.

El tamaño inicial del número de datos registrados durante 2021, a través de esta herramienta, no se presume muy elevado, (1740 observaciones). Durante este periodo, desde su lanzamiento en las tiendas virtuales a la actualidad, la aplicación se ha visto sometida a diferentes modificaciones en su diseño, para resolver diferentes problemas de funcionalidad, pudiendo repercutir en su usabilidad. Con la actualización de la última versión se inicia una fase necesaria de promoción entre la comunidad micológica: recolectores, asociaciones, propietarios de recurso, comunidad científica... Es conocido el recelo de los recolectores en compartir información de ubicaciones de setales, muchas veces por el perjuicio económico que puede suponer y otras por asegurar el éxito de su recolecta evitando la competición. Es por esto que la promoción para el uso de la herramienta debe incidir en el mensaje de que los datos de ubicaciones en ningún caso serán publicados, únicamente se utilizan con finalidad científica para su análisis en el desarrollo de modelos y que no se compartirán con terceros.

6. Conclusiones

En el corto periodo de uso de esta aplicación se han registrado más de 450 usuarios de todo el territorio español. Esto supone un gran potencial futuro de datos relativos a localizaciones de un numerosas especies micológicas, con una distribución espacial homogénea y representativa para la mayor parte del espectro de ecosistemas productores.

Smartbasket, es una aplicación abierta y descargable que convierte el teléfono móvil del usuario en un punto de recogida de datos itinerante, estimulando la colaboración activa en la recogida de datos sobre el terreno. La aplicación incorpora funcionalidades pedagógicas para el recolector: un catálogo de consulta de más de 1400 especies y la resolución de identificaciones de especies desconocidas por el usuario a través de un equipo de expertos micólogos.

El desarrollo de funcionalidades en Smartbasket, para la integración de datos de muestreo en parcelas permanentes, convierte a esta herramienta en la principal fuente que alimenta una gran base de datos del recurso micológico.

La aplicación agiliza la captura y la transferencia de los datos, en el desarrollo de muestreos micológicos, facilitando las labores administrativas, de comunicación y procesado posterior previo a su análisis. El sistema permite a los 15 profesionales actuales integrar datos en la base micológica de forma simultánea y en tiempo real.

El éxito se traduce en un volumen importante de datos para todo el territorio nacional. Esto pasa por una buena estrategia de promoción, que invite al usuario al uso de la aplicación para conseguir una gestión sostenible del recurso y que se transmita la seguridad de la privacidad de datos y un uso de los mismos únicamente con objetivos científicos, sin compartir con terceros la ubicación de las observaciones.

Smartbasket es la única herramienta de ciencia ciudadana existente diseñada para mejorar el conocimiento del recurso micológico en España.

7. Agradecimientos

Se agradece el reconocimiento y el apoyo económico del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación a través de su Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria (DGDRIFA) al Grupo Operativo MIKOGEST “Gestión dinámica innovadora del recurso micológico” beneficiario de la ayuda a proyectos de innovación de interés general de grupos operativos de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas (AEI-AGRI) en el marco del programa nacional de desarrollo rural 2014-2020 (FEADER) durante la convocatoria 2019.

También agradecemos el trabajo y dedicación de todas las personas que han conseguido la ejecución con éxito de todas las acciones que ha contemplado este proyecto y a las entidades que las integran y forman parte del grupo operativo: Fundación Cesefor, Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España (COSE), Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña (CTFC), Federación de Asociaciones Forestales de Castilla y León (FAFCYLE) y Federación Española de Empresarios de Setas y Trufas (FETRUSE). A todas las asociaciones micológicas que han participado en el proyecto MIKOGEST y especialmente a la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL), la Asociación Forestal de Salamanca (ASFOSA) y la Asociación Forestal de Burgos (ASFOBUR) que han apoyado y colaboran en numerosas ocasiones en el desarrollo y funcionamiento de la aplicación Smartbasket y especialmente al equipo de expertos micólogos que desarrollan las labores de identificación de la aplicación.

8. Bibliografía

ALDAY, J. G.; MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.; DE-MIGUEL, S., et al.; 2017. Mushroom biomass and diversity are driven by different spatio-Temporal scales along Mediterranean elevation gradients. *Scientific Reports*, 7(April), 1–11. <https://doi.org/10.1038/srep45824>

ALEXANDER, S. J.; PILZ, D.; WEBER, N. S., et al.; 2002. Mushrooms, Trees, and Money: Value Estimates of Commercial Mushrooms and Timber in the Pacific Northwest. *Environmental Management*, 30(1), 129–141. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2610-1>

ALLUÉ J.L.; 1990. Atlas Fitoclimático de España. Taxonomías. MAPA. INIA. Colección Monografías INIA, n.º 69. Madrid. 221 P.

BOA, E.; 2005. Los hongos silvestres comestibles. Perspectiva global de su uso e importancia para la población. Productos Forestales No Madereros N° 17. 170 Pp. FAO. Roma.

CALAMA, R.; TOME, M.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M., et al.; 2010. Modelling non-wood forest products in Europe: a review. *Forest Systems*, 19(1996), 69–85. <https://doi.org/10.5424/fs/201019S-9324>

CHEFAOUI, R. M., & Lobo, J. M.; 2008. Assessing the effects of pseudo-absences on predictive distribution model performance. *Ecological Modelling*, 210(4), 478–486. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.08.010>

COLLADO, E.; BONET, J. A.; ALDAY, J. G., et al.; 2021. Impact of forest thinning on aboveground macrofungal community composition and diversity in Mediterranean pine stands. *Ecological Indicators*, 133, 108340. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108340>

DEL POZO, M. (Coord); 2009. Mapa Litoestratigráfico, de Permeabilidad e Hidrogeológico de España continuo digital a escala 1:200.000. Convenio de Colaboración Entre El Ministerio de Medio Ambiente y El Instituto Geológico y Minero de España Para La Realización de Trabajos Técnicos En Relación Con La Aplicación de La Directiva Marco Del Agua En Materia de Agua Subterránea. IGME. Madrid.

EGLI, S.; PETER, M.; BUSER, C., et al. 2006. Mushroom picking does not impair future harvests - Results of a long-term study in Switzerland. *Biological Conservation*, 129(2), 271–276. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.10.042>

ELITH, J.; GRAHAM, C. H.; ANDERSON, R. P., et al. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data.

FERNÁNDEZ-TOIRÁN, L. M.; ÁGREDA, T. & OLANO, J. M.; 2006. Stand age and sampling year effect on the fungal fruit body community in *Pinus pinaster* forests in central Spain. *Canadian Journal of Botany*, 84(8), 1249–1258. <https://doi.org/10.1139/B06-087>

GASSIBE, P. V.; ORIA DE RUEDA, J. A. & Martín-Pinto, P.; 2015. *P. pinaster* under extreme ecological conditions provides high fungal production and diversity. *Forest Ecology and Management*, 337, 161–173. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.11.013>

HERRERO, C.; BERRAONDO, I.; BRAVO, F., et al. 2019. Predicting mushroom productivity from long-term field-data series in mediterranean *Pinus pinaster* ait. forests in the context of climate change. *Forests*, 10(3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/f10030206>

JIMÉNEZ-VALVERDE, A.; LOBO, J. M. & Hortal, J.; 2008. Not as good as they seem: The importance of concepts in species distribution modelling. *Diversity and Distributions*, 14(6), 885–890. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00496.x>

LOBO, J.M.; 2008. More complex distribution models or more representative data? Biodiversity Informatics. Biodiversity Informatics. 5, 14-19.

KADMON R, O. F. & DANIN, A.; 2003. A systematicanalysis of factors affecting the performance ofclimatic envelope models. Ecological Applications. 13, 853-867.

LAND RESOURCES MANAGEMENT UNIT INSTITUTE FOR ENVIRONMENT & SUSTANINABILITY EUROPEAN COMMISION JOINT RESEARCH CENTRE; 2010. Map of Soil pH in Europe.

MARTÍNEZ-PEÑA, F; DE-MIGUEL, S.; PUKKALA, T., et al. 2012. Yield models for ectomycorrhizal mushrooms in *Pinus sylvestris* forests with special focus on *Boletus edulis* and *Lactarius* group *deliciosus*. Forest Ecology and Management, 282, 63–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.06.034>

MARTÍNEZ-PEÑA, F; ÁGREDA, T.; ÁGUEDA, B., et al. 2012. Edible sporocarp production by age class in a Scots pine stand in Northern Spain. Mycorrhiza, 22(3), 167–174. <https://doi.org/10.1007/s00572-011-0389-8>

MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J.; OLIACH, D.; HENRIQUES, R., et al. 2012. Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Cataluña. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Lleida.

MARTÍNEZ-PEÑA, F.; GÓMEZ, R.; ORTEGA, P., et al. 2007. MICODATA: sistema de información geográfica sobre la producción, aprovechamiento y ordenación del recurso micológico en Castilla y León. Revista Montes, 89, 10–18.

ORIA DE RUEDA, J. A.; OLAIZOLA, J.; FRAILE, R., et al. 2009. Selvicultura y ordenación micológica de montes arbolados y desarbolados en Castilla y León. 14 Pp. En: Actas Del V Congreso Forestal Español. Junta de Castilla y León-SECF. Ávila.

PEDUZZI, P.; CONCATO, J.; KEMPER, E., et al. 1996. A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. Journal of Clinical Epidemiology, 49(12), 1373–1379. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(96\)00236-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0895-4356(96)00236-3)

PETERSON, A. T.; SÁNCHEZ-CORDERO, V.; MÁRTINEZ-MEYER, E., et al. 2006. Tracking population extirpations via melding ecological niche modeling with land-cover information. Ecological Modelling, 195(3–4), 229–236. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.11.020>

RIGUEIRO, A. 2001. Producciones complementarias del bosque gallego. Actas Del II Congreso Técnico Científico Forestal Del Arco Atlántico. Fundación Semana Verde. Silleda (Pontevedra).

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.; DE-MIGUEL, S.; MARTÍN-PINTO, P., et al. 2019. Yield models for predicting aboveground ectomycorrhizal fungal productivity in *Pinus sylvestris* and *Pinus pinaster* stands of northern Spain. Forest Ecosystems, 6(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s40663-019-0211-1>

SOBERÓN, J.; 2007. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. In Ecology Letters.

SOBERÓN, J. & PETERSON, A. T. 2004. Biodiversity informatics: Managing and applying primary biodiversity data. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 359(1444), 689–698. <https://doi.org/10.1098/rstb.2003.1439>

TAYE, Z. M.; MARTINEZ-PEÑA, F.; BONET, J. A., et al. 2016. Meteorological conditions and site characteristics driving edible mushroom production in Pinus pinaster forests of Central Spain. Fungal Ecology, 23, 30–41. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.funeco.2016.05.008](https://doi.org/10.1016/j.funeco.2016.05.008)

TOMAO, A.; BONET, J. A.; MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J., et al. 2017. Is silviculture able to enhance wild forest mushroom resources? Current knowledge and future perspectives. Forest Ecology and Management, 402(April), 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.07.039>

VALCÁRCEL, V.; 2004. Data Mining y el descubrimiento del conocimiento Industrial. Revista de La Facultad de Ingeniería Industrial, 7(2), 83–86.

VALLEJO, R.; 2005. El Mapa Forestal de España Escala 1:50.000 (MFE50) como base del Tercer Inventory Forestal Nacional. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 19 205-215.