

Distribución espacial de la fructificación del hongo ECM comestible *Amanita ponderosa* Malençon & R. Heim durante seis años consecutivos en un encinar adhesado de la Sierra de Aracena (Huelva)

A. Daza¹, M. Camacho¹, L. Romero de la Osa², J. L. Manjón³,
G. Moreno³ y C. Santamaría^{1*}

¹ IFAPA. Centro «Las Torres-Tomejil». Junta de Andalucía. Apdo. Oficial.
41200 Alcalá del Río (Sevilla). España

² Oficina Comarcal Agraria de Aracena. Delegación Provincial de Agricultura.
Junta de Andalucía. 21071 Aracena (Huelva). España

³ Departamento de Biología Vegetal. Universidad de Alcalá.
28871 Alcalá de Henares (Madrid). España

Resumen

Se ha estudiado durante seis años consecutivos el número y la localización de los esporocarpos de *Amanita ponderosa* Malençon & R. Heim en una parcela de 3 ha ubicada en un encinar adhesado localizado en el Parque Natural «Sierra de Aracena y Picos de Aroche» (Huelva). Los datos indican que las áreas productoras de setas presentan un tamaño y una forma similares año tras año, aunque algunas zonas específicas muestran variaciones que sugieren la existencia de cierta alternancia o vecería. Esta especie fructifica solamente en primavera durante seis a ocho semanas, desde mediados de febrero hasta abril, cuando comienza a ascender la temperatura media tras el invierno. Las diferencias observadas en la duración del periodo de fructificación y la producción total de setas dependen fundamentalmente de las lluvias y la temperatura. Los resultados sugieren que las lluvias tempranas a finales de verano o principios de otoño son cruciales para la fructificación de la primavera siguiente, y que las lluvias caídas durante el periodo de fructificación tienen una menor influencia. Durante el periodo de fructificación, la producción es muy dependiente de la temperatura del suelo.

Palabras clave: gurumelo, recolección de setas, cuantificación y localización de esporocarpos, temperatura del suelo, pluviometría.

Abstract

Spatial distribution of sporocarp production of ECM fungi *Amanita ponderosa* Malençon & R. Heim during six consecutive years at a holm-oak forest (dehesa) in the Sierra de Aracena (Huelva)

Number and location of *Amanita ponderosa* Malençon & R. Heim sporocarps was followed through six years in a 3 ha holm-oak forest located in the Sierra de Aracena y Picos de Aroche Natural Park (Huelva), at the Southwest of Spain. The data indicated that patches of sporocarp production showed a very similar shape each year, but some spots showed differences seeming crop alternance or mast years. This species only fructifies in spring, being the fruiting period from 6 to 8 weeks, what coincides with the increasing of air-temperature from mid February to April. Differences in fruiting period length and total sporocarp production are related to rainfall and temperature. Results suggest that rainfalls at the end of summer and early autumn are crucial for the next spring fruiting, but rainfalls during fruiting period seem to have less influence in sporocarp production. During the sporocarp production period, it was related to soil temperature.

Key words: gurumelo, mushroom harvest, sporocarp production and location, soil temperature, raining.

* Autor para la correspondencia:
mariac.santamaria@juntadeandalucia.es
Recibido: 04-09-06; Aceptado: 07-03-07.

Introducción

Las micorrizas son una asociación simbiótica entre las raíces de las plantas y determinados tipos de hongos. El micelio de los hongos micorrícicos constituye una extensión del sistema radical activo de las plantas, proporcionándoles importantes beneficios nutricionales y resistencia a diferentes estreses, y como contrapartida los hongos obtienen los azúcares derivados de la fotosíntesis de las plantas (Smith y Read, 1997). La mayoría de las especies forestales forman un tipo particular de micorriza denominado ectomicorriza (ECM) (Meyer, 1973); algunas de las especies fúngicas ectomicorrícicas forman esporocarpos de elevado interés gastronómico y comercial. Desde tiempos inmemoriales el hombre ha recolectado setas comestibles para su alimentación y hoy día, en que existe un gran afán recolector, la finalidad del sustento se ve superada por razones comerciales y de turismo rural (Pilz y Molina, 2002). Entre las especies de hongos ectomicorrícicos comestibles comercializadas en el mundo destacan los rebozuelos o trompetas amarillas (*Cantharellus* spp.), varias especies del género *Boletus*, los matsutake (*Tricholoma* spp.), los nízcalos (*Lactarius* spp.), las tanas [*Amanita caesarea* (Scopoli.: Fries) Persoons] y las trufas (*Tuber* spp.). La mayoría de ellos están asociados a plantas de las familias *Pinaceae* y *Fagaceae* en bosques templados y boreales del hemisferio norte (Arnolds, 1995; Wang y Hall, 2004).

Los bosques de encina adherados constituyen el sistema agroforestal dominante en el centro y sur de la península Ibérica (Marañón, 1988; Díaz *et al.*, 1997; Ashton y Ducey, 2000). El «Parque Natural de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche», con 184.000 ha, es uno de los espacios protegidos más extensamente arbolados de España con encinares, alcornocales, quejigales y en menor extensión robledales y castaños (Franco, 1994). La mayor parte de su superficie está adherada, con una baja densidad de árboles (30-60 pies/ha) y, consecuentemente, sometida al manejo típico de la dehesa, que incluye la realización de rozas, laboreos y podas periódicas, con la finalidad de controlar la progresión del matorral y potenciar la producción de bellotas. El pastoreo controlado del ganado permite la obtención de las dos fuentes tradicionales de ingresos, los productos del cerdo y del ganado vacuno (Parsons, 1962). Esta zona tiene un clima mediterráneo medio con influencias atlánticas, presentando un régimen de lluvias abundantes en otoño y primavera y un periodo de sequía entre junio y sep-

tiembre. La región presenta algunos nichos ecológicos con especies fúngicas muy adaptadas, algunas de las cuales forman ectomicorrizas y tienen gran valor gastronómico como *Boletus aereus* Bull., *B. aestivalis* (Paulet) Fr., *Cantharellus cibarius* Fr., *Lactarius deliciosus* (L.) Gray, *Amanita caesarea* (Scop.) Pers. y *Amanita ponderosa* Malençon & R. Heim.

A. ponderosa (gurumelo) es una especie endémica del suroeste de la península Ibérica y algunas regiones del norte de África y de Italia (Curreli, 1994; Daza *et al.*, 2002). Es una especie muy apreciada gastronómicamente en la región, y por ende, sometida desde hace décadas a una gran presión recolectora. Fructifica entre finales de enero y abril en suelos ligeramente ácidos, con bajos niveles de material orgánica; esta pobreza del suelo sugiere que el hongo obtiene la mayor parte de los nutrientes necesarios para vegetar y fructificar en estas zonas mediante el establecimiento de una simbiosis micorrícica con los árboles o los arbustos presentes. Los análisis macro y microscópicos previos nos han permitido conocer mejor sus características y compararlas con las de otras posibles especies próximas (Daza *et al.*, 2003). Estudios moleculares recientes han revelado su posición filogenética dentro del grupo de las Amanitas, mostrando su proximidad con otras especies mediterráneas como *A. curtipes* (Gilbert) (section *Lepidella*), *A. codinae* (Maire) Bertault y *A. vittadinii* (Moretti) Sacc. (section *Amidella*) (González *et al.*, 2002). El objetivo de este trabajo ha sido obtener datos durante seis años consecutivos sobre la fructificación de *A. ponderosa* y tratar de relacionarlos con factores edafoclimáticos generales como la pluviometría o la temperatura.

Material y Métodos

Zona de estudio

El estudio se ha realizado en una finca privada de 470 ha perteneciente al término municipal de Cortegancepción (Huelva), ubicada en su totalidad dentro del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche. Se trata de un encinar adherado de unos 300 años de antigüedad con 55-60 árboles por ha. La explotación de la finca se realiza mediante la cría de ganado vacuno y porcino, con una carga ganadera de aproximadamente 0,2 unidades de ganado mayor por ha. Aunque la finca se halla en su totalidad rodeada de una cerca forestal, la parcela de estudio de 3 ha se valló con

una malla cinegética de 2,20 metros de altura para impedir la entrada de personal no autorizado y de animales durante el periodo de fructificación.

Las especies arbustivas más abundantes en la zona son *Cistus salvifolius* L., *Erica australis* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Phlomis purpurea* L., *Ulex europaeus* L., *Asphodelus albus* Miller, *Dafne gnidium* L., *Cistus ladanifer* L., *Cistus monspeliensis* L., *Cistus crispus* L., *Lavandula staechas* L. y *Urginea maritima* (L.) Baker. Las especies fúngicas que fructifican en primavera en el mismo hábitat que *A. ponderosa* son *Amanita boudieri* Barla, *Amanita curtipes* E.-J. Gilbert, *Amanita verna* (Bull.) Lam., *Chalciporus piperatus* (Bull.) Bataille, *Russula nigricans* (Bull.) Fr. y en ocasiones también *Boletus aereus* Bull. El área presenta un clima mediterráneo con una precipitación media anual de 994 mm y un periodo seco desde junio hasta septiembre. Los datos de temperatura ambiental y precipitaciones se obtuvieron en una estación meteorológica próxima a la finca. El suelo es pizarroso, ácido (pH 6,2) y pobre en materia orgánica (1,3%). El plano de la parcela y la localización de los árboles en la misma se llevó a cabo por GPS. La temperatura del suelo, tomada a 20 cm de profundidad, se midió de forma continua a intervalos de 30 minutos con un data logger Testotot 171 que se instaló todos los años en el mismo lugar. Los datos reflejados en el trabajo expresan las temperaturas medias de las máxima y mínima diarias.

Manejo selvícola del hábitat

La zona de estudio ha tenido un manejo selvícola típico de dehesa (Montero *et al.*, 1998) con la realización de rozas, laboreos y podas periódicas. Los árboles se podaron en 1999 y 2005 con la finalidad de eliminar las ramas dañadas e incrementar la producción de bellotas. El suelo se labró con grada de discos en 1999 y 2003 como estrategia de contención del matorral. Cada año, finalizado el periodo de fructificación, se permitió la entrada del ganado en la parcela de estudio entre los meses de mayo y enero. No se aplicaron abonos químicos ni orgánicos, salvo las deyecciones de los animales, durante toda la duración del estudio.

Recolección de setas y análisis de los datos

Al tratarse de un suelo compacto, que dificulta la recogida de las setas, ésta se llevó a cabo utilizando

unos pinchos específicos, similares a los que utilizan los lugareños, que son insertados en la base del pie del gurumelo y mediante un leve movimiento de palanca permite sacar con facilidad los ejemplares. Durante todo el periodo de fructificación se realizaron dos visitas semanales a la parcela rastreándola en su totalidad, recolectando los ejemplares y marcando el lugar de su aparición con una tablilla, en la que se anotó la fecha de recolección. Los especímenes recogidos cada día se contaron, limpiaron y pesaron. Al final del periodo recolector, se recogieron las tablillas y se indicó su localización en el plano de la parcela de estudio.

Resultados

En la Figura 1 se muestra la localización en la parcela de estudio de todos los ejemplares de *A. ponderosa* recolectados durante seis años consecutivos. Los datos revelan que las áreas productoras de carpóforos, conocidas localmente como «manchas» u «ojeros», tienen una forma y tamaño muy similares año tras año. No obstante, hay zonas concretas en las que la fructificación parece exhibir una cierta alternancia o vecería, apareciendo las setas cada dos, tres o más años. La Figura 2 refleja la lluvia acumulada a lo largo de los meses en los seis años agronómicos estudiados, y la Figura 3 indica la duración de los periodos de fructificación y la acumulación de setas recolectadas. El periodo de fructificación de *A. ponderosa* es largo, entre 6 y 8 semanas; se inicia con la subida de la temperatura ambiente que tiene lugar a partir de febrero y se extiende hasta abril, cuando existe aún suficiente humedad en el suelo. Durante el periodo de fructificación se observa una relación entre el número de cuerpos fructíferos y la temperatura del suelo, mostrando un retraso que podría ser necesario para que el efecto temperatura se manifieste en la actividad del micelio (Fig. 4). Según observación personal diaria, el tiempo necesario para el desarrollo desde la fase inicial de huevo hasta alcanzar el estadio de ejemplar totalmente abierto es de 3 a 7 días, dependiendo sobre todo de la humedad del suelo. Aunque en nuestro estudio el peso fresco medio por ejemplar es de 48 g, en ocasiones pueden hallarse ejemplares de más de 300 g de peso y cuyos sombreros llegan a alcanzar los 12-14 cm de diámetro. Un ejemplar abierto puede mantenerse en buenas condiciones durante varios días, ya que es una especie poco parasitada.

Los pesos frescos totales de los esporocarpos recolectados en la parcela desde el año 2001 al 2006 fueron, respectivamente, 12, 31, 27, 36, 1 y 32 kg; su pre-

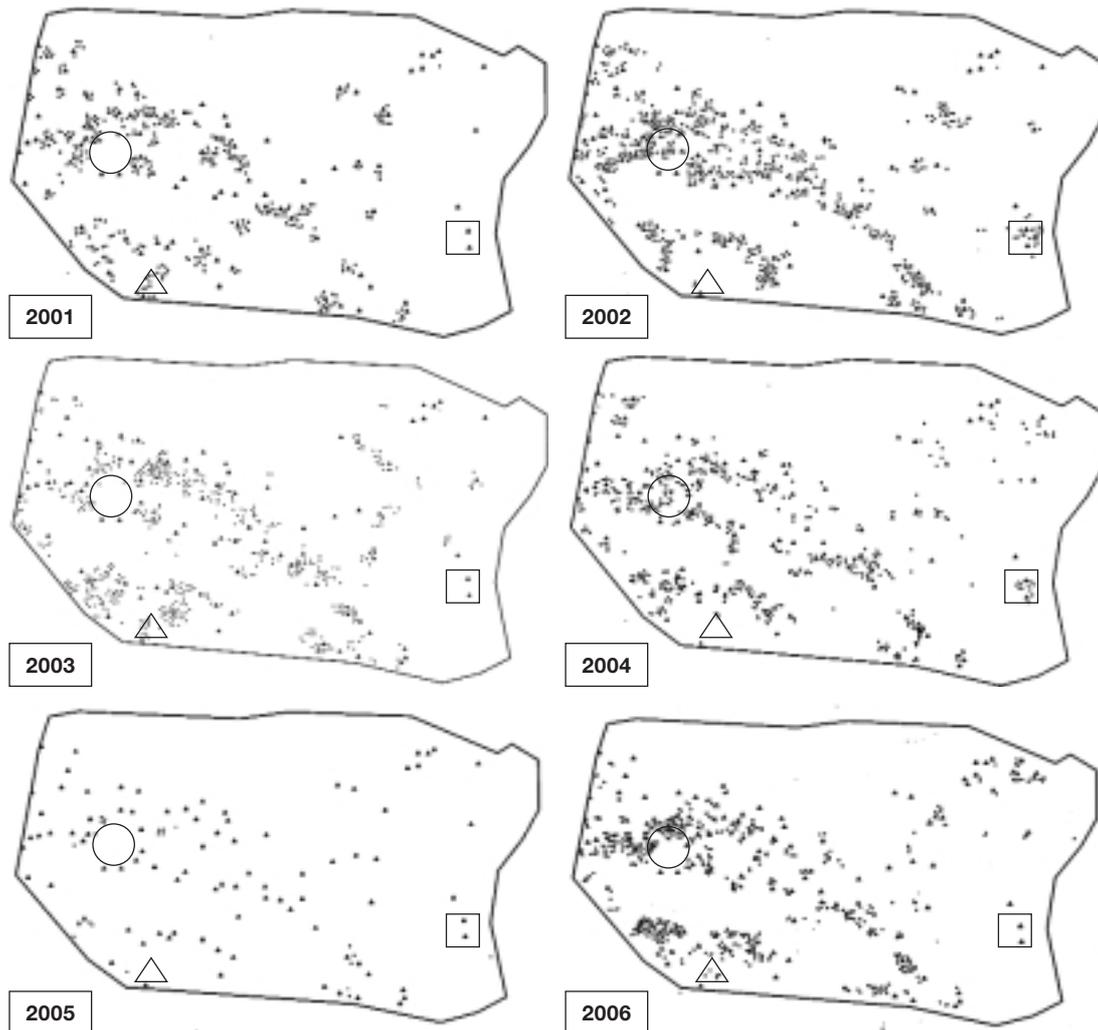


Figura 1. Localización de los esporocarpos aparecidos en la parcela de estudio a lo largo del periodo de fructificación durante seis años consecutivos. Los triángulos pequeños oscuros indican la localización de encinas en la parcela, y los ejemplares aparecen indicados por puntos. Las áreas comprendidas dentro de los círculos, triángulos y cuadrados son algunas de las que manifiestan una alternancia en la fructificación. La barra indica una distancia de 10 m.

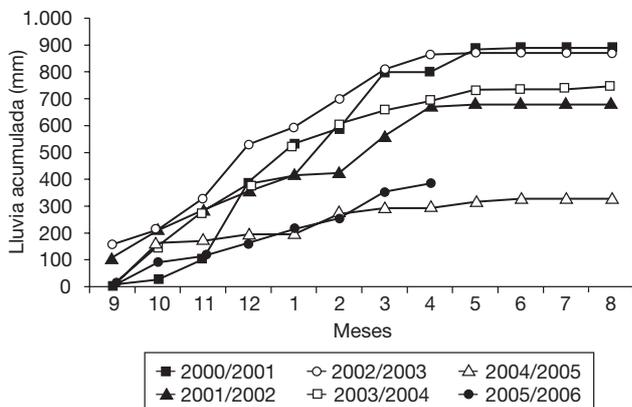


Figura 2. Acumulación de lluvias caídas a lo largo de los meses en los seis años agronómicos estudiados.

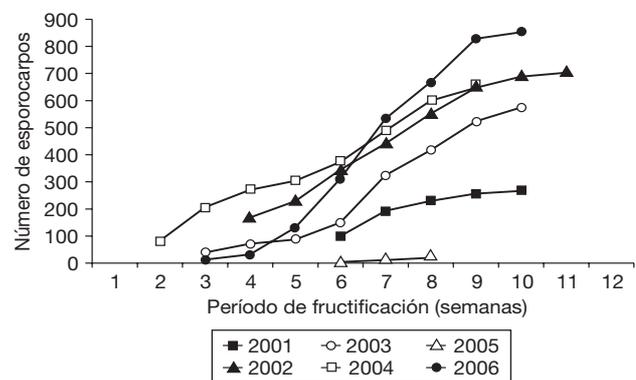


Figura 3. Número de ejemplares recolectados y longitud del periodo de fructificación. Las semanas indicadas en la figura pertenecen a los meses de febrero, marzo y abril.

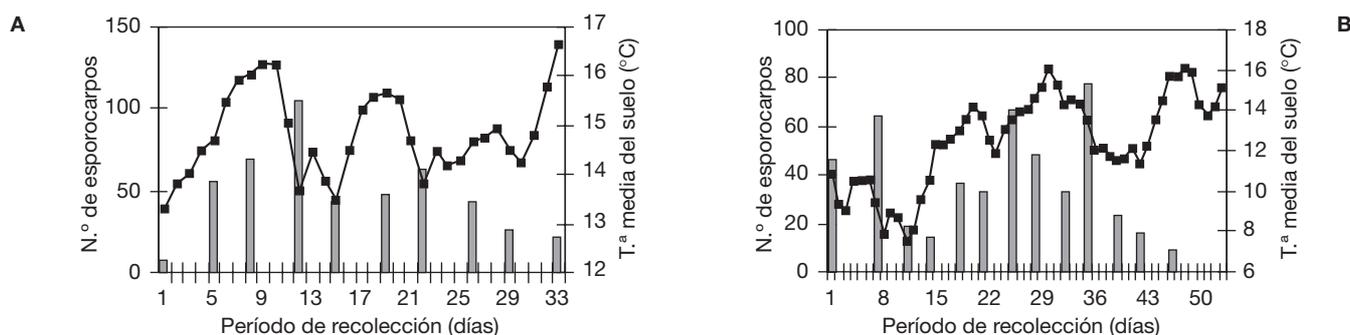


Figura 4. Temperatura media del suelo (líneas con cuadrados) y ejemplares recolectados (barras) en los períodos de fructificación de los años 2003 (A) y 2004 (B). Las recolecciones comenzaron los días 21 de febrero de 2003 y 13 de febrero de 2004.

cio medio suele ser de unos 12 euros/kg, lo que da idea del complemento económico que puede representar en la explotación forestal.

Discusión

La poca variación, tanto en la forma como en la superficie, de las zonas productoras a lo largo de los años sugiere que el crecimiento del micelio de esta especie es un proceso muy lento en la naturaleza. Aunque no siempre hay correspondencia entre el comportamiento en campo y los datos de laboratorio, nosotros hemos constatado que el crecimiento de esta especie en medios sintéticos (Daza *et al.*, 2003) es mucho más lento que el de otras especies ectomicorrícicas y comestibles analizadas como *Lactarius deliciosus* (L.:Fr.) S. F. Gray y *Amanita caesarea* (Scop.: Fr.) Pers. (Daza *et al.*, 2005, 2006).

El mes productor por excelencia es marzo, según reza el dicho de la zona: «en febrerillo, gurumelillo, en marzo, gurumelazo y en abril, gurumelín». La producción y la duración de la fructificación parecen ser claramente dependientes de las lluvias y la temperatura. En 2002, 2003 y 2004 los períodos de fructificación se iniciaron cuando las temperaturas medias superaron los 9°C y duraron alrededor de 8 semanas, con producciones muy similares. Las lluvias acumuladas esos tres años desde septiembre hasta finales de octubre alcanzaron los 200 mm. Sin embargo, en 2001, un año de menor producción y un período de fructificación de apenas 5 semanas, se registraron sólo 30 mm de precipitación en ese mismo período, mientras que la temperatura no parece que fuera el factor limitante, ya que ese año superó los 9°C de temperatura media en el mes de febrero. La escasa o casi nula fructificación observada en la primavera de 2005 parece deberse sobre todo a las bajas tempera-

turas registradas ese año, con una temperatura media de 7°C en el mes de febrero. La buena producción obtenida el año 2006, a pesar de ser un año con una baja pluviometría otoñal, podría deberse a la confluencia de varios factores: lluvias adecuadas y temperaturas óptimas en primavera y, probablemente, un efecto de fortalecimiento del micelio propiciado por la escasa fructificación del año anterior. La alternancia o vecería observada en determinadas manchas podría estar relacionada con las producciones irregulares de bellotas en condiciones naturales (Montoya Oliver, 1993; Siscart *et al.*, 1999), aspecto que en el futuro podría ser de interés analizar.

Los recolectores que tradicionalmente han recogido gurumelos durante décadas mantienen que no ha descendido su producción, y en ese sentido apuntan los datos recogidos en este trabajo, por lo que podría pensarse que el método tradicional de recolección con pinchos, que no conlleva ningún rastrillado del suelo, no parece perjudicar el desarrollo del micelio. No obstante, definidos ya los rodales mediante la localización de la aparición de gurumelos, se podrían establecer subparcelas control en las que no se recojan los ejemplares y así evaluar de forma precisa el posible impacto de la recolección. Estos resultados apuntan en la línea de lo publicado por Egli *et al.* (2006), que no observan disminución en la fructificación de varias especies tras 29 años de intensa recolección de carpóforos. Así mismo, dado que la parcela de estudio ha tenido un típico manejo de dehesa, con laboreo, poda y pastoreo controlados, parece que estas acciones tampoco ejercen un impacto negativo sobre la fructificación de esta especie. Así, el suelo se labró en otoño de 2003, y la producción siguiente fue mayor que la del año anterior; es posible que el laboreo facilite la infiltración de agua, la aireación del suelo y la eliminación del exceso de matorral; de hecho, es bien sabido

en la zona que cuando el matorral se densifica la producción de gurumelos disminuye.

Así pues, los datos globales recogidos en este estudio indican que, como ocurre con la mayoría de los hongos en la naturaleza, la fructificación de *A. ponderosa* es fuertemente dependiente de las condiciones ambientales, y aunque la fructificación tenga lugar en primavera, las lluvias previas otoñales parecen cruciales. Se trata de una especie cuyo micelio se encuentra en el suelo formando zonas bien definidas y cuya área de fructificación es muy similar cada año, salvando los aspectos de alternancia o vecería comentados. En definitiva, este estudio iniciado en el año 2001, nos ha permitido conocer algunos aspectos del comportamiento ecológico y fisiológico de esta especie y poder abordar estudios futuros más específicos como el análisis de la influencia de irrigación artificial, la aplicación de estiércol o la masiva eliminación del matorral. Otro aspecto que sería importante investigar es la especificidad micorrícica de esta especie y profundizar en los estudios de su crecimiento en medios sintéticos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a D. José Luís Pérez, propietario de la finca, las facilidades y ayuda prestadas para la realización de este estudio. Agradecen también a I. Antonio, M. Andra y R. Cabezas la ayuda técnica prestada. La financiación para la realización de este trabajo provino de los proyectos INIA SC00-081 y FEDER IFD97-1441 .

Referencias bibliográficas

- ARNOLDS E., 1995. Conservation and management of natural populations of edible fungi. *Canadian Journal of Botany* 73, 987-998.
- ASHTON M.S., DUCEY M.J., 2000. Agroforestry systems as successional analogs to native forests. En: Ashton M.S., Montagnini F. (eds). *The Silvicultural Basis for Agroforestry Systems*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. pp. 207-228.
- CURRELI S., 1994. Amanite rare in Sardegna: *Amanita heterocroma* S. Curreli nom. nov. e *Amanita ponderosa* Malençon & Heim. *Micologia Italiana* 3, 61-65.
- DAZA A., ROMERO L., SANTAMARÍA C., CAMACHO M., AGUILAR A., MEJÍAS M., MORENO G., PÉREZ M., MANJÓN, J.L., 2002. El gurumelo, una seta de primavera. *Quercus* 193, 20-24.
- DAZA A., SANTAMARÍA C., ROMERO L., MORENO G., BERNEDO M., MANJÓN J.L., 2003. *Amanita ponderosa* «el gurumelo», un hongo a estudiar por su interés gastronómico-silvícola en Andalucía (Sierra de Aracena, Huelva). *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 27, 91-99.
- DAZA A., MANJÓN J.L., AGUILAR A., BERNEDO M., CAMACHO M., ROMERO L., SANTAMARÍA C., 2005. Crecimiento *in vitro* y capacidad micorrícica de varios aislamientos de *Lactarius deliciosus*. *Actas 4.º Congreso Forestal Español*. Zaragoza, España. pp. 1-7.
- DAZA A., MANJÓN J.L., CAMACHO M., ROMERO L., AGUILAR A., SANTAMARÍA C., 2006. Effect of carbon and nitrogen sources, pH and temperature on *in vitro* culture of several isolates of *Amanita caesarea* (Scop.:Fr.) Pers. *Mycorrhiza* 16, 133-136.
- DÍAZ M., CAMPOS-PALACÍN P., PULIDO F.J., 1997. The Spanish dehesas: a diversity in land-use and wildlife. En: Pain D.J., Pienkowski M.W. (eds). *Farming and birds in Europe: the common agricultural policy and its implications for bird conservation*. Academic Press, London, UK. pp. 178-209.
- 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. *Biological Conservation* 129, 271-276.
- FRANCO A., 1994. Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche. *Naturaleza e Historia*, 19-26. Diteg S.A., Madrid, España. 173 pp.
- GONZÁLEZ V., ARENAL F., PLATAS G., ESTEVE-RAVENTÓS F., PELÁEZ F., 2002. Molecular typing of Spanish species of *Amanita* by restriction analysis of the ITS region. *Mycological Research* 106, 903-910.
- MARAÑÓN T., 1988. Agro-silvo-pastoral systems in the Iberian Peninsula: dehesas and montados. *Rangelands* 10, 255-258.
- MEYER F. H., 1973. Application of mycorrhizal symbiosis in forestry practice. En: Marks G.C., Kozłowski T.T. (eds). *Ectomycorrhizae: ecology and physiology*. Academic Press, N. Y., USA. pp. 383-411.
- MONTERO G., SAN MIGUEL A., CAÑELLAS I., 1998. Systems of Mediterranean silviculture «La Dehesa». En: Jiménez Díaz R., Lamo de Espinosa J. (eds). *Agricultura Sostenible*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. pp. 519-554.
- MONTOYA OLIVER, J.M., 1993. Encinas y encinares. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 134 pp.
- PARSONS J.J., 1962. The acorn-hog economy of the oak woodlands of south-western Spain. *The Geographical Review* 52, 211-235.
- PILZ D., MOLINA R., 2002. Commercial harvest of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issue, management, and monitoring for sustainability. *Forest Ecology and Management* 155, 3-16.
- SISCART D., DIEGO V., LLORET F., 1999. Acorn ecology. En: Rodà F., García C., Retana J. Bellot J. (eds). *The Ecology of Mediterranean Evergreen Oak Forests*. Springer-Verlag, Berlin, Germany. pp. 75-87.
- SMITH, S.E., READ D.J., 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*, 2nd ed. Academic Press, San Diego, California, USA. 605 pp.
- WANG Y., HALL, I., 2004. Edible ectomycorrhizal mushrooms: challenges and achievements. *Canadian Journal of Botany* 82, 1063-1073.