



# Presentación

La Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL) y la Junta de Castilla y León comenzamos una etapa nueva de nuestra relación, en la que estaremos algo más cerca de los gestores actuales de la micología en nuestra comunidad autónoma aglutinados en torno al Programa de Micología de Castilla y León (Mico-cyl). Nuestra aproximación se debe, fundamentalmente, a un cambio de rumbo pilotado por una dirección más científica y conservacionista. Aun así, nuestra Federación va a continuar defendiendo siempre la idea de que el mayor valor de los hongos es su aportación a la biodiversidad de los ecosistemas castellano-leoneses y que todavía nos enfrentamos a un largo camino por recorrer si queremos salvaguardar la excepcional riqueza micológica de nuestra tierra.

FAMCAL confía en esta nueva simbiosis y, así, en la reunión de 6 de junio de 2015, su Junta Directiva, decidió dar el visto bueno a la renovación de los permisos de colaborador. Estos serán distribuidos por los presidentes de las asociaciones con el fin de que los micólogos interesados en colaborar puedan enviar datos de uso científico a Mico-cyl. Asimismo, nuestro boletín micológico entrará en una nueva etapa de estabilidad en cuanto a su financiación, en la que nos abriremos a trabajos de investigación y mejora de la regulación pública de las actividades en las que están presentes los hongos.

Una regulación pública que consideramos necesaria para gestionar el imparable ascenso del valor económico de los hongos comestibles en el mundo gastronómico. Este meteórico incremento del valor de las setas que supera, en muchos casos, el valor por hectárea de los productos maderables, genera tanto un potente concepto de propiedad del recurso como un frenesí recolector, provocando confusión y rechazo en los amantes de la micología. Pese a ello, algunos aún se oponen frontalmente a cualquier regulación.

Personalmente, fue en el último congreso de Micosylva en Montpellier donde sentí claramente que la regulación era imprescindible y de vital importancia que ésta sea pública y común a todos los montes de uso público.

Ese momento se produjo cuando el representante de los propietarios de montes privados, defendiendo vehementemente el sistema de cotos privados de setas, nos recordó que una enorme parte de los montes **no son de todos...**, que tienen dueño y que esos dueños no sólo disfrutaban de su propiedad, gestión y cargan con sus gastos, sino que son dueños únicos de las **vivencias** que les han transmitido sus abuelos en esas miles de hectáreas. En mi intervención, me alegré enormemente de que existieran montes **que sí son de todos**. Montes en los que, con muchas dificultades, se trabaja para implantar una regulación pública y común para que todos, incluyendo a aquellas personas que no tuvieron la suerte de recibirlos en herencias, también tengan derecho a **vivencias imborrables** en los maravillosos ecosistemas ibéricos.

Pero FAMCAL solo apoyará una regulación pública racional, cuyo eje central sea la conservación y no solo la comercialización. Si no lo consiguiéramos, ¿a dónde nos dirigiríamos? La respuesta está en nuestros bosques, donde ya hoy mismo, un galimatías de regulaciones particulares de cada municipio hace imposible el disfrute de nuestros campos y bosques que todos experimentamos en nuestra juventud; si pasas al término de Villarrayos de Arriba son 63 € al año, aquí en Villarrayos del Medio son 35 € al mes y 48 € al día en el de Villarrayos de Abajo ¡Ah!, pero no se preocupe si no quiere pagar nada, en la finca "El Caballar" y también en "Onzatajo" no son capaces de regular..., allí está libre, solo que tendrá que andar entre kilos de basura y residuos de todo tipo, que recolectores sin escrúpulos, solo interesados en los beneficios de la comercialización de las setas, depositan en el monte.



Desde FAMCAL lanzamos este mensaje de confianza y aproximación a Micocyl, pero también desde la creencia de que seremos escuchados para conseguir una regulación conservacionista y sostenible. Todos los que sabemos algo de este tema, y especialmente los miembros de FAMCAL, detectamos claramente puntos débiles, talones de Aquiles que llenan la regulación pública. Dichas debilidades deberían ser corregidas urgentemente con el fin de alcanzar consensos más amplios y en aras de la conservación de la biodiversidad fúngica y de la seguridad alimentaria. La unificación de precios de licencias, que deben ser populares siempre, y de tipos de licencia en todo el territorio castellano-leonés son una de estas debilidades. La inadecuada regulación de la cesión directa, que se trata en este boletín en un magistral artículo, es otra.

FAMCAL no solo atesora una experiencia de campo de muchas décadas, además está incardinada en el tejido social de la región, aglutinando a dos millares de apasionados por la micología, entre los que nos enorgullecemos en contar con micólogos de prestigio mundial. Asimismo, muchos de nosotros trabajamos profesionalmente en la regulación, la divulgación y la inspección sanitaria. No escuchar a estos profesionales, los que objetivamente más saben de estos temas en la región, no solo sería poco inteligente, sino que conducirá, sin duda, a graves errores que incidirán negativamente en las personas y su entorno.

La Junta de Castilla y León debe ver, más pronto que tarde, que la labor y la experiencia de las asociaciones micológicas, cuya voz se unifica en FAMCAL, es desinteresada y de inestimable valor. Un conocimiento técnico que está ahí para ser útil, para ser escuchado y, para en definitiva, enriquecer nuestra amada tierra.

**Enrique Fernández Villamor**  
**Presidente de FAMCAL**



# Paralepistopsis amoenolens, una especie tóxica presente en los parques periurbanos de la ciudad de Burgos

ARROYO, I.<sup>1</sup> & F.J. CARLÓN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Asociación Micológica Burgalesa Gatuña. E-mail: iarroyoh2@gmail.com

<sup>2</sup>Asociación Micológica Burgalesa Gatuña. E-mail: javcarlon@hotmail.com

**Resumen:** ARROYO, I. & F.J. CARLÓN (2015). *Paralepistopsis amoenolens*, una especie tóxica presente en los parques periurbanos de la ciudad de Burgos. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 11-19. Se destacan algunas características macro y microscópicas de las recolectas de *Paralepistopsis amoenolens* (Malençon) Vizzini en el cinturón verde de Burgos (Castilla y León, España), así como las posibles confusiones con otras especies. Se describe con detalle el cuadro tóxico que puede producir su ingesta (dolor en partes distales de las extremidades) y el tratamiento aconsejado. No hay constancia de intoxicaciones en España aunque parece ser una especie en expansión.

**Palabras clave:** *Paralepistopsis amoenolens*, *Tricholomataceae*, *Basidiomycota*, micetismos, Burgos (Castilla y León, España).

**Summary:** ARROYO, I. & F.J. CARLÓN (2015). *Paralepistopsis amoenolens*, a toxic species present in Burgos periurban city parks. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 11-19. Some macro- and microscopic characters of *Paralepistopsis amoenolens* (Malençon) Vizzini are highlighted from gatherings made in Burgos greenbelt (Castile and Leon, Spain), as well as the possible confusions with other species. The toxic profile that can occur with its ingestion is described in detail (pain on distal zones of the limbs) just like the advised treatment. There is no evidence of any poisoning in Spain, although it seems like an expanding species.

**Keywords:** *Paralepistopsis amoenolens*, *Tricholomataceae*, *Basidiomycota*, mycetisms, Burgos (Castile and Leon, Spain).

## INTRODUCCIÓN

La especie aquí estudiada tiene una presencia antigua en el área periurbana de la ciudad de Burgos. Aunque nuestra determinación ha sido relativamente reciente, ayudada por el detallado trabajo que significó la primera cita en España con recolectas realizadas en Guadalajara y La Rioja (MARTÍNEZ & *al.*, 2010), nos consta su presencia en Burgos en el siglo pasado ya que uno de nosotros fotografió sus basidiomas en octubre de 1993 en el Cerro San Miguel de esta ciudad (Fig. 1). Además, durante muchas temporadas ha venido siendo encontrada y entregada en las exposiciones que la Asociación Micológica Burgalesa Gatuña lleva organizando en las últimas décadas, recogida principalmente en el Monte El Cerro (Burgos), lugar del que procede la mayor parte del material estudiado.

El extraordinario parecido que presentan los basidiomas más maduros y desarrollados de *Paralepistopsis amoenolens* con los de *Lepista flaccida*

(Sowerby : Fr.) Pat., que se encuentra en hábitats similares y muy próximos, implica un evidente riesgo de intoxicación, aunque no sea esta una especie habitualmente buscada para su consumo. Todo ello nos animó a proponer esta publicación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

*Exsiccata* del material estudiado se encuentran depositadas en la micoteca de la Asociación Micológica Burgalesa Gatuña.

Las fotografías de campo se han realizado en el lugar exacto donde se encontraron los ejemplares recolectados con una cámara réflex Olympus E-510, objetivo 14-54 mm, con la excepción de la fotografía de la figura 1 que se realizó con una réflex Olympus OM10. Las microfotografías se han realizado con un microscopio Nikon Eclipse E200, con un dispositivo acoplado a una cámara réflex Canon EOS 450D. Las medidas esporales se han obtenido con la aplicación Piximètre 5.8. sobre



Fig. 1. *Paralepistopsis amoenolens*. Basidiomas de la 1ª recolecta en Burgos. Foto: F. J. Carlón.



Fig. 2. *Paralepistopsis amoenolens*. Basidiomas de la 1ª recolecta en el Monte El Cerro (Burgos). Foto: F. J. Carlón.



Fig. 3. *Paralepistopsis amoenolens*. Basidiomas (GAT 2012112402). Foto: F. J. Carlón.

una preparación con polvo esporal de material fresco de GAT 2014122602, siendo los resultados similares a los realizados con la esporada de GAT 2014111101.

Las preparaciones microscópicas se han realizado en agua, en medio de Melzer, en rojo Congo y en rojo Congo amoniacal.

Las fuentes de información utilizadas para la nomenclatura de los táxones que se citan han sido MycoBank e Index Fungorum.

## RESULTADOS

**Material estudiado:** BURGOS: Cerro San Miguel, 30TVM4289, 930 m, sustrato calizo, entre acículas de *Pinus nigra*, 17-X-1993, leg. F. J. Carlón (Fig. 1), sin material de herbario. Monte El Cerro, junto a campo de tiro deportivo, 30TVM3788, 865 m, sustrato silíceo bajo *Cupressus arizonica*, 15-XI-2008. leg. F. J. Carlón (Fig. 2), sin material de herbario. *Ibidem*, 24-XI-2012, leg. F. J. Carlón (Fig. 3), GAT 2012112402. *Ibidem*, 2-XI-2013, leg. M. A. Ballano, GAT 2013110201. *Ibidem*, 11-XI-2014, leg. F. J. Carlón, GAT 2014111101. *Ibidem*, 26-XII-2014, leg. F. J. Carlón, GAT 2014122602.

## Macroscopía

Píleo de 2,4 a 5 cm de diámetro, convexo, inicialmente con amplio umbón que puede deprimirse hasta llegar a formas ligeramente embudadas, de color cuero pálido, algo rosado o anaranjado, más oscuro en el centro y en algunas gútulas de irregular distribución. Margen blanco en una línea, involuto en los basidiomas jóvenes (Fig. 4), agudo y, no siempre, algo asurcado.

Láminas apretadas, ocasionalmente algo ventradas, de adnadas (Figs. 2 y 4) a decurrentes (Fig. 5) y subconcolores. Esporada blanca.

Estípite corto, de 2-4,5 x 0,75-1,2 cm, casi cilíndrico y con frecuencia algo excéntrico y curvado (Figs. 1 y 2), con la parte central algo más estrecha que el resto. Primero lleno y firme, después hueco. Blanquecino en la parte superior y en la base, que va oscureciendo desde ésta hacia el ápice con el color del píleo. Base con micelio blanquecino y restos de sustrato que es a veces leñoso.

Carne al corte blanca, oscureciendo hacia el ocre leonado bajo la superficie pileica.

Olor patente, muy característico, complejo, perfumado y dulzón (flores marchitas, canela...)



Fig. 4. *Paralepistopsis amoenolens*. Detalle del margen involuto y de la inserción de las láminas con el estípite en basidiomas poco maduros (GAT 2014111101). Foto: F. J. Carlón.



Fig. 5. *Paralepistopsis amoenolens*. Basidiomas maduros (GAT 2014122602). Foto: F. J. Carlón.

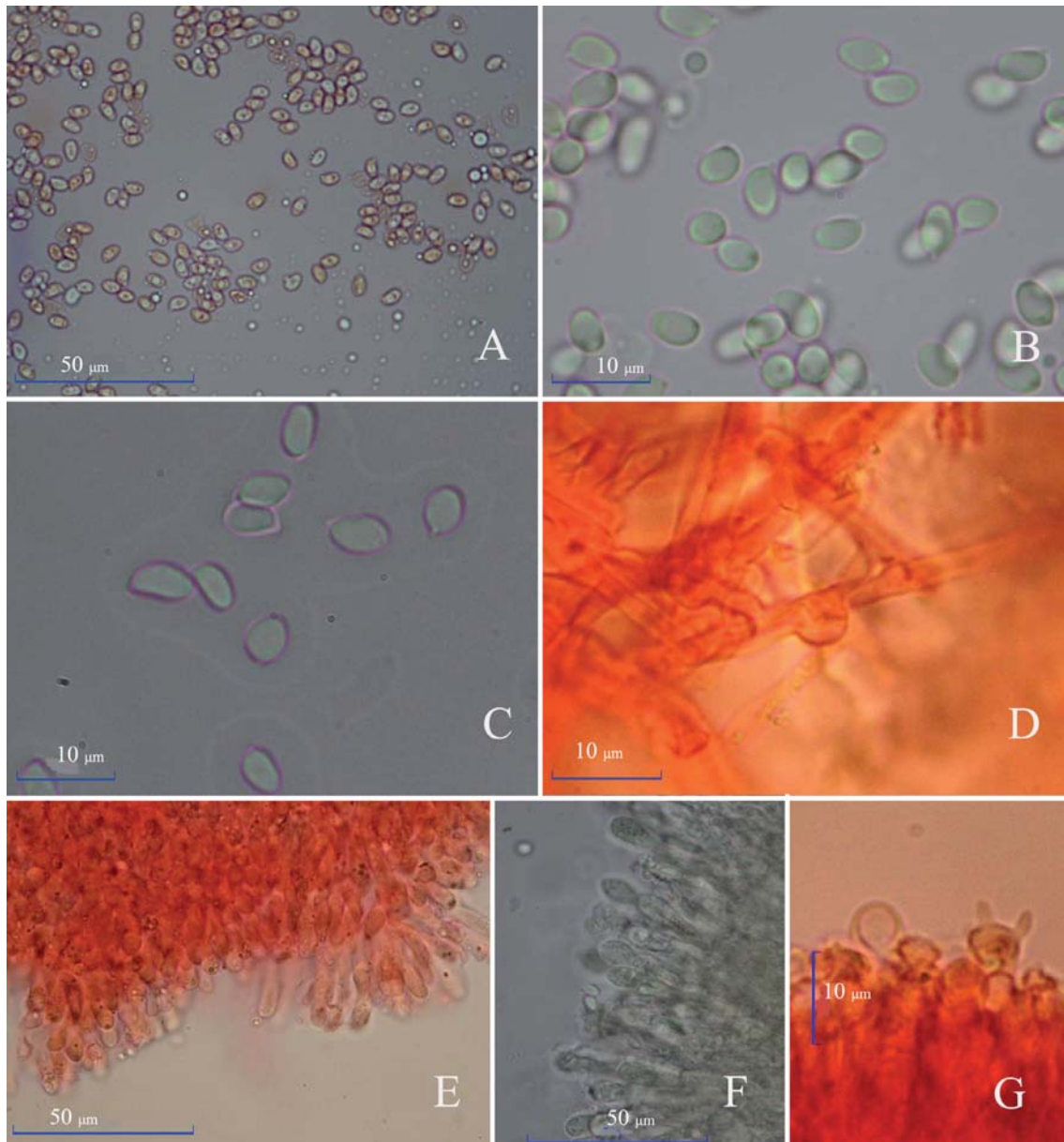


Fig. 6. A y B: Esporas (GAT 2014122602). C: Esporas (GAT 2014111101). D: Detalle de fíbula en trama himenial (GAT 2012112402). E: Arista laminar (GAT 2013110201). F: Arista laminar (GAT 2014111101). G: Basidio tetraspórico (GAT 2012112402).

pero con un componente menos agradable y que perdura varios días en cámara frigorífica.

#### Microscopía

Basidiosporas hialinas, lisas, subglobosas, elipsoides o amigdaliformes, no amiloides, con una gútula central, de  $4,6\text{-}5,2\text{-}5,9 \times 2,9\text{-}3,4\text{-}3,9 \mu\text{m}$ ,  $Q = 1,2\text{-}1,5\text{-}1,9$ ;  $N = 37$ ;  $C = 95\%$ .

Basidios tetraspóricos claviformes. Hifas laminares fibuladas (Fig. 6).

#### Hábitat y fenología

Aparece en otoño avanzado hasta el comienzo del invierno, gregaria en amplios corros bajo coníferas de repoblación. La hemos encontrado entre ramillas caídas de cipreses (*Cupressus arizonica* y *C. lusitanica*) en suelo sobre sustrato silíceo y entre acículas de pino (*Pinus nigra*) sobre sustrato calizo.

Al menos en el entorno de la ciudad de Burgos, parece ser una especie en expansión, ya que a los



lugares citados hay que añadir una recolección de I. Arroyo en el parque de Fuentes Blancas (2013) de la que no tenemos *exsiccatum*.

### Discusión

*Paralepistopsis amoenolens* (Malençon) Vizzini, *Mycotaxon* 120: 257 (2012).

= *Clitocybe amoenolens* Malençon, in Malençon & Bertault, *Fl. Champ. Sup. Maroc* 2: 141 (1975).

Se encuentra clasificada en el orden *Agaricales*, familia *Tricholomataceae*, género *Paralepistopsis* Vizzini, nuevo género propuesto en base a estudios de análisis moleculares (VIZZINI & ER-COLE, 2012).

La variabilidad que presentan los basidiomas estudiados respecto a la decurrencia de las láminas es uno de los caracteres que diferencian nuestro material de la diagnosis de Malençon (MALENÇON & BERTAULT, 1975), y de las descripciones de otros autores (BON, 1997; MARTÍNEZ & *al.*, 2010) en las que se mantiene la alusión a la fuerte decurrencia de las láminas, lo que contrasta con la escasa o nula decurrencia que muestran varios ejemplares de nuestras colecciones. (Figs. 2 y 4)

La morfología macroscópica de *P. amoenolens* puede confundirse fundamentalmente con las de *Lepista flaccida* (Sowerby : Fr.) Pat. y *Clitocybe gibba* (Pers. : Fr.) P. Kumm, aunque hay algunas especies más que merecen mencionarse:

*Lepista flaccida* es una especie muy frecuente bajo coníferas de repoblación. Píleo muy embudado en la madurez con el margen involuto durante largo tiempo, de color pardo anaranjado a rojizo ladrillo, más oscuro conforme avanza la estación. Estípite fibroso con abundante micelio blanquecino en la base unido a las acículas del sustrato. Las láminas son numerosas, muy apretadas, decurrentes y de color crema. La carne es elástica. Posee esporas casi esféricas, verrugosas y menores de 5  $\mu\text{m}$ .

*Clitocybe gibba*, frecuente en bosques principalmente de frondosas, posee basidiomas menos robustos, marcadamente infundibuliformes, píleo de color pardo claro, ligeramente aterciopelado, láminas muy decurrentes y con olor ciánico o a

heno. Sus esporas lacrimiformes alcanzan longitudes mayores de 6,5  $\mu\text{m}$ .

*Clitocybe costata* Kühner & Romagn., muy próxima a la anterior, posee píleo y estípite de color pardo beige, sin tonos anaranjados ni rojizos, con el margen festoneado y acanalado. Presenta esporas similares o mayores que *C. gibba*.

También pueden parecerse los basidiomas jóvenes de *Clitocybe geotropa* (Bull. : Fr.) Quéll., generalmente de talla mucho mayor y con olor ciánico.

Son también parecidas, pero menos frecuentes en nuestro entorno o desconocidas para nosotros:

*Lepista irina* (Fr.) H.E. Bigelow, con olor aromático, láminas escotadas, sin embargo tiene esporas mayores (hasta 8,5  $\mu\text{m}$ ) y verrugosas (GERHARDT & *al.*, 2000).

*Lepista gilva* (Pers. : Fr.) Roze, de láminas decurrentes, olor aromático, sin embargo posee esporas globosas además de verrugosas (PALAZÓN, 2001).

El olor de *P. amoenolens* es determinante para evitar la confusión que puede causar su mimetismo con otras especies. En una pequeña experiencia, realizada el 2013 en la sede de nuestra Asociación, se propuso a varias personas que escribieran el olor que percibían de un basidioma recogido el día anterior de *P. amoenolens*. Casi en su totalidad desconocían la existencia de esta especie y la prueba se realizó por separado para cada uno. La mayor parte de los encuestados escribieron olores agradables: canela, mazapán, pacharán, corteza de naranja marchita, flores... En nuestra experiencia, consideramos que es un olor inconfundible, complejo, con un componente algo menos agradable en fresco (a medicamento) que se va perdiendo para dominar el más agradable a flores marchitas o afrutado, algo dulzón, que perdura días después de su recolección. Destacamos la importancia que tiene este carácter organoléptico en la micología de campo.

## TOXICOLOGÍA

### Introducción histórica

Ichimura (ICHIMURA, 1918) describe en Japón, a principios del siglo XX, una curiosa intoxicación debida al consumo de setas. Esta intoxica-





ción ha pasado desapercibida en Europa, hasta la actualidad, ya que la única especie considerada responsable, *Paralepistopsis acromelalga* (Ichimura) Vizzini (= *Clitocybe acromelalga* Ichimura), vulgarmente llamado hongo de las quemaduras u hongo tóxico del bambú, se encuentra solo en Extremo Oriente con casos de envenenamiento registrados en Japón y Corea del Sur.

En 1979 y 1986, se produjeron sendos episodios de una intoxicación en el Valle de la Maurienne (Langesbourg, Francia). En ambos casos, se trataba de personas que creyeron consumir una seta comestible, *Lepista flaccida*.

Aunque no había sido descrita *P. acromelalga* en Europa, se especuló sobre la posibilidad de que esta especie, que también puede confundirse fácilmente con *L. flaccida* y con *Clitocybe gibba*, creciese en los Alpes.

En el mismo valle de la Maurienne, se produjeron nuevas intoxicaciones acromelálgicas en 1996 y 2001. El Dr. Philippe Saviuc, del Centro de Toxicovigilancia de Grenoble (SAVIUC & al., 2001), logró que esta vez se hiciese la correcta determinación de la especie causante. Se trataba de *Clitocybe amoenolens*, especie descrita en Marruecos por Malençon (MALENÇON & BERTAULT, 1975).

Posteriormente, en Italia, se registró un envenenamiento colectivo (8 personas) en Avezzano en el 2002 (LEONARDI & al., 2002). Años después es citada por vez primera en España, dentro de la Finca de Ribavellosa, dependiente de Parques Nacionales, en la localidad de Almarza de Cameros, La Rioja. (MARTÍNEZ & al., 2010). Simultáneamente también se cita en la localidad de Tamajón (Guadalajara).

En el año 1986, se describe en este hongo la sustancia responsable de las intoxicaciones, el ácido acromélico (SHINOZAKI & al., 1986). Su mecanismo de acción radicaría en un trastorno del metabolismo del triptófano que lesionaría las fibras no mielinizadas del sistema nervioso autónomo.

*Paralepistopsis amoenolens* aparece en nuestro entorno, y su consumo puede dar lugar a intoxicaciones que podemos considerar como severas; por lo que, pese a no haber sido descrita ninguna intoxicación causada por esta especie en España, describimos a continuación las toxinas y mecanis-

mos responsables del micetismo, el cuadro clínico que desencadenan y el tratamiento.

### Toxinas responsables

La toxina sospechosa de causar el cuadro es el ácido acromélico (un glutamato antagonista) común a *P. amoenolens* y a *P. acromelalga*.

Los ácidos acromélicos han sido hallados tanto en la especie japonesa (KONNO & al., 1978) como en la francesa. Con un sistema combinado de cromatografía líquida y espectrofotometría de masas, se pueden determinar las concentraciones en cada ejemplar (BESSARD & al., 2004).

Se han encontrado 5 ácidos acromélicos: A-B-C-D-E. Son de estructura similar a los ácidos kaínico (potente agonista no-NMDA del glutamato) y domoico (agonista NMDA), que producen a nivel experimental idéntica sintomatología: potente acción neuroexcitatoria, ya que estimulan de forma excesiva los receptores del glutamato.

Los receptores NMDA (o NMDAR) son receptores de glutamato, un neurotransmisor, que actúa como componente prioritario en la plasticidad neuronal y en la memoria.

Los ácidos acromélicos han demostrado su toxicidad en las pruebas de laboratorio con ratones (SHINOZAKI & al., 1986). Tienen una potente acción excitatoria de las fibras aferentes amielínicas en el músculo esquelético de la rata.

La ingesta de *P. amoenolens* por el animal induce alteraciones del sistema nervioso periférico similares a las encontradas en humanos.

El ácido acromélico es hidrosoluble y termolábil, se cree que no atraviesa la barrera hematoencefálica y, estructuralmente, es muy similar al ácido kaínico (neuromediador excitatorio fisiológico) que sería el responsable de la hiperemia y de la reacción inflamatoria de las partes distales.

*Paralepistopsis acromelalga* contiene clitidina, análogo a un mononucleótido del ácido nicotínico, y ácido 4-amino-piridina-2,3-dicarboxílico, semejante al ácido quinolínico. Ambos son compuestos intermediarios importantes en la vía de triptófano niacina (FUKUWATARI & al., 2001).

### Mecanismo de acción

Los ácidos acromélicos actuarían sobre los receptores de glutamato periféricos, que están



presentes en las fibras nerviosas no mielinizadas de la piel.

El L-glutamato es el principal neurotransmisor excitador del sistema nervioso central en los mamíferos y actúa tanto a nivel de receptores de los canales iónicos (receptores ionotrópicos) como de receptores de las proteínas G (metabotrópicos). La activación de estos receptores es la responsable de la transmisión sináptica excitadora.

El mecanismo de acción aún no ha sido completamente aclarado, pero el cuadro clínico es similar a la eritromelalgia transitoria que producen diferentes medicamentos como la bromocriptina, verapamil y nifedipina con los que está perfectamente documentado que producen inflamación de la dermis e infiltración perivascular de linfocitos.

El marco es esencialmente periférico y por ello se justifica la sintomatología fundamentalmente dolorosa de la eritromelalgia; no atraviesa la barrera hematoencefálica por lo que su acción se manifiesta exclusivamente en las terminaciones nerviosas cutáneas. Lo que se comprueba con los hallazgos histopatológicos al someter a ratas a un síndrome acromelálgico experimental: con edema de la piel, sin inflamación de los vasos sanguíneos, junto a infiltración perivascular. A nivel clínico se aprecia hipotonía muscular, eritema y lesiones cutáneas, pérdida de peso y degeneración neuronal del nervio ciático.

### **Clínica**

Se inicia pasadas 24 horas de su ingesta, con un cuadro que se denomina acromelalgia o eritromelalgia (SAVIUC & DANIEL, 2006), que consiste en hormigueos y sensación de corriente eléctrica, seguido de dolores paroxísticos intensos, acompañados de sensación de quemazón con marcado predominio en manos y pies.

Estos síntomas, muy dolorosos, son de predominio nocturno, se desencadenan por el contacto (roce), el calor, la posición de tumbado, la deambulación o el ortostatismo prolongado. Localmente, se acompaña de enrojecimiento cutáneo (eritema) e inflamación (edema), con aumento de temperatura. No hay afectación gastrointestinal, ni renal, ni hepática.

El síndrome puede durar unos días o persistir durante meses, lo que junto a la severidad de los

dolores, hace que se produzcan trastornos del sueño (insomnio), angustia y ansiedad (miedo a que se inicien los dolores...). Estos síntomas, nos dan idea de la importancia del cuadro.

Los estudios del nervio ciático, de ratas a las que se las ha administrado dosis elevadas de extracto de *P. amoenolens*, muestran fibras neuronales degeneradas y disminución del número de axones.

La electromiografía de pacientes afectados, sugiere una polineuropatía, con afectación preferente de las fibras vegetativas no miélicas.

### **Tratamiento**

No existe un antídoto específico, siendo el sintomático el único tratamiento conocido en la actualidad (SAVIUC & DANIEL, 2006).

El adecuado control del dolor es, con frecuencia, difícil, habiéndose ensayado múltiples tratamientos. Se utilizan aspirina, paracetamol, dextropropoxifeno o mórnicos, según la intensidad.

En casos rebeldes se ensayan la asociación de analgésicos (aspirina) o de morfina (analgésico más potente) con fármacos útiles contra el dolor neuropático (clonazepan, imipramina, carbama cepina) en dosis relativamente altas.

En Japón se menciona como útil la administración de ácido nicotínico. (NAKAMURA & *al.*, 1987).

En relación con el mecanismo glutamatérgico, la administración de antagonistas del glutamato podría ser ensayada.

Hay que tener en cuenta que los síntomas empeoran con el movimiento, calor, presión y roce de las extremidades y que pueden aliviarse con el reposo y sumergiendo (manos y/o pies) en agua fría (evitar baños prolongados o excesivamente fríos, que pueden ocasionar isquemia).

### **AGRADECIMIENTOS**

A Rafael López Revuelta por sus consejos, apoyo y colaboración en la realización de las preparaciones y medición de las esporas así como en la revisión de los textos.

A Teresa Gil por su ayuda en el procesamiento de las imágenes.



## REFERENCIAS

- BESSARD, J., P. SAVIUC & Y. CHANE-YENE (2004). Mass spectrometric determination of acromelic acid. A from a new poisonous mushroom: *Clitocybe amoenolens*. *J. Chromatogr. A* 1055(1-2): 99-107.
- BON, M. (1997). *Flore mycologique d'Europe 4. Les clitocybes, omphales et ressemblants*. Doc. Mycol. Mém. Hors Série n° 4. Lille.
- GERHARDT, E., J. VILA & X. LLIMONA (2000). *Hongos de España y de Europa*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.
- ICHIMURA, T. (1918). A new poisonous mushroom. *Bot. Gaz. (Tokyo)* 65: 109-111.
- FUKUWATARI, T., E. SUGIMOTO & K. SHIBATA (2001). Effect of feeding with a poisonous mushroom *Clitocybe acromelalga* on the metabolism of tryptophan-niacin in rats. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi* 42(3): 190-196.
- KONNO, K., K. HASHIMATO, Y. OHFUNE, H. SI-RAHAMA & T. MATSUMOTO (1988) Acromelic acids A and B isolated from *Clitocybe acromelalga*. *J. Amer. Chem. Soc.* 110: 4807-4815.
- LEONARDI, M., G. CIULLI, G. PACIONI & G. RECCHIA (2002). Una intossicazione collettiva da *Clitocybe amoenolens*, riconducibile alla Sindrome acromelagica. *Micol. Veget. Medit.* 17 (2): 133-142.
- MALENÇON, G. & R. BERTAULT (1975). *Fl. Champ. Sup. Maroc 2*. Faculté des Sciences. Rabat.
- MARTÍNEZ, F., R. MARTÍNEZ, A. MELÉNDEZ & C.M. PÉREZ DEL AMO (2010). *Clitocybe amoenolens*, primera cita para España. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 34: 103-112.
- NAKAMURA, K., F. SHOYAMA, J. TOYAMA & K. TATEISHI (1987). Intoxicación por la seta 'Dokou-sassa-kou'. *Jap. J. Toxicol.* 1987: 35-39.
- PALAZÓN, F. (2001). *Setas para todos*. Editorial Pirineo. Huesca.
- SAVIUC, P., V.C. DANIEL & P.A. MOREAU (2001). Erythromelalgia and mushroom poisoning. *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* 39(4): 403-407.
- SAVIUC, P. & V.C. DANIEL (2006). New syndromes in mushroom poisoning. *Toxicol. Rev.* 25(3): 199-209.
- SHINOZAKI, H., M. ISHIDA & T. OKAMOTO (1986). Acromelic acid, a novel excitatory amino acid from a poisonous mushroom: effects on the crayfish neuromuscular function. *Brain Research* 399: 395-398.
- VIZZINI, A. & E. ERCOLE (2012). *Paralepistopsis* gen. nov. and *Paralepista* (Basidiomycota) (Agaricales). *Mycotaxon* 120: 253-267.



# Contribución al conocimiento del género *Cortinarius* en el centro peninsular, III

CAMPOS, J.C.

C/ Hacienda de Pavones, 110, 28030 Madrid, España. E-mail: jucalactarius@gmail.com

**Resumen:** CAMPOS, J.C. (2015). Contribución al conocimiento del género *Cortinarius* en el centro peninsular, III. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 21-36. En esta tercera entrega incluimos 14 taxones, de los cuales destacamos por su interés o rareza *Cortinarius cystoglaucopus*.

**Palabras clave:** *Basidiomycetes*, *Cortinarius*, corología, taxonomía, Península Ibérica.

**Summary:** CAMPOS, J.C. (2015). Contribution to the knowledge of the genus *Cortinarius* in the peninsular centre, III. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 21-36. In this third paper we include fourteen species, from which stand out because of its interest or rarity *Cortinarius cystoglaucopus*.

**Keywords:** *Basidiomycetes*, *Cortinarius*, chorology, taxonomy, Iberian Peninsula.

## INTRODUCCIÓN

Poco a poco va aumentando el número de especies estudiadas en el centro peninsular y así vamos consiguiendo llenar la laguna que existía cuando empezamos esta serie de trabajos. Como en anteriores trabajos, hemos incluido especies de varios subgéneros y secciones, prestando especial atención a los taxones cistófilos entre los cuales incluimos una especie recientemente descrita.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El material estudiado fue recolectado en las provincias de Ávila, Cuenca, Guadalajara, Madrid, Segovia y Toledo, durante los años 2006 al 2014 y se encuentra depositado en el herbario de la Universidad de Alcalá (AH). En este apartado se indica siempre la provincia, localidad, hábitat, fecha, *legit* y herbario, y solo cuando se conocen, paraje, UTM y altitud. Solo se indica el *determinavit* (*det.*) cuando no sea el del autor. El estudio macroscópico se ha hecho sobre material fresco y fotografías realizadas por cámaras Canon EOS 400D y 600D. La microscopía se realizó sobre material fresco y desecado, en un microscopio triocular marca Leitz Wetzlar, utilizando los reactivos habituales (agua, reactivo de Melzer, potasa, rojo Congo, etc.). Para la identificación del material, se han seguido numerosos trabajos sobre el tema.

## RESULTADOS

**Subgénero:** *Phlegmacium*

***Cortinarius caesiocanescens*** M.M. Moser, *Sydowia* 6: 151 (1953) [1952].

Sección: *Caerulescentes*

**Material estudiado:** GUADALAJARA: Campisábalos, Solana del Molinillo, 30TVL8865, 1360 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo calizo, 20-X-2012, *leg.* J. C. Campos, F. Corón, F. Gracia y J. J. Rubal, AH 41307. *Ibidem*, 1-XI-2012, *leg.* J. C. Campos, AH 41302. *Ibidem*, 1-X-2014, *leg.* J. Hernanz, AH 41265. Orea, río de la Hoz Seca, 30TXK0786, 1495 m, bosque de *Pinus sylvestris*, 29-X-2010, *leg.* J. C. Campos, M. Hinojosa y F. Serrano, AH 41270.

### Macroscopía

(Fig. 1) Píleo de 45-100 mm de diámetro, duro, carnoso, convexo a plano-convexo, con el borde enrollado, luego plano. Cutícula lisa, mate, viscosa en tiempo húmedo, de color gris más o menos oscuro a gris azulado, decolorándose desde el centro en tonos crema, crema amarillento a ocráceo. Láminas blanquecinas con reflejos azulados, luego pardas, de hasta 6 mm de ancho. Estípites de 35-80 x 20-30 mm, de color blanco grisáceo con tonos azulados, terminado en un bulbo marginado de hasta 45 mm de ancho, de color crema ama-



Fig. 1. *Cortinarius caesiocanescens*. AH 41302. Foto: J. C. Campos.

rillento a crema ocráceo. Carne al corte de color crema blanquecino en el píleo, gris a gris azulado en el estípite, más oscuro en la parte alta y en la zona subcortical, y crema amarillento a ocráceo en el bulbo. Reacciones macroquímicas: con la potasa, nula en cutícula, amarillenta en el estípite, pasando a color miel, positiva débil con la tintura de Guayaco.

#### Microscopía

(Fig. 2) Tiene basidiosporas de (7-)7,5–8,5(-9,2) x (4,8-)5,2–5,7(-6)  $\mu\text{m}$ , con ornamentación densa, poco marcada.

#### Observaciones

Fructifica en otoño dentro de bosques montañosos de coníferas sobre suelo calizo, y formando hileras y corros de bruja de muchos ejemplares en la zona de estudio. Especie rara en el Sistema Central, dada la escasez de pinares de *Pinus sylvestris* en suelo calizo.

#### *Cortinarius delibutus*

Fr., *Epicr. Sist. Mycol.*: 276 (1838).

Sección: *Delibuti*

**Material estudiado:** GUADALAJARA: Cantalojas, Barranco de Tejera Negra, 30TVL6862, 1510 m, bajo *Betula* sp. y *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 21-IX-2013, leg. J. C. Campos, J. Cuesta, F. Pancorbo, M. Á. Ribes y G. Sánchez, AH41320. MADRID: Canencia, puerto de Canencia, 30TVL3525, 1410 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 15-X-2008, leg. J. C. Campos, M. Hinojosa y R. Martín, AH 41276. SEGOVIA: San Ildefonso, puerto de Navacerrada-Aguasbuenas, 30TVL1319, 1360 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 28-IX-2008, leg. M. Hinojosa y J. C. Campos, AH 41278.

#### Observaciones

(Fig. 3) Píleo de 33-80 mm de diámetro, liso, viscoso en tiempo húmedo, de crema amarillento a amarillo ocráceo. Láminas blanquecinas, luego ocráceas. Estípite de 35-85 x 7-25 mm, blanco.

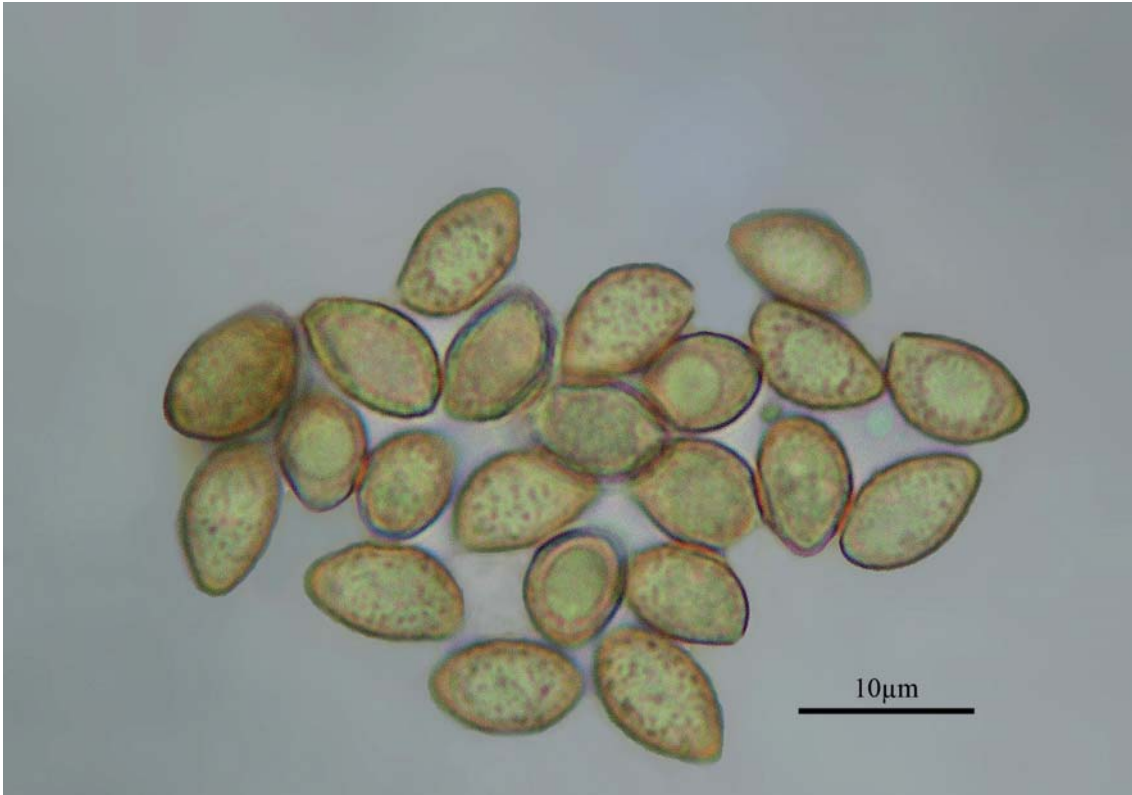


Fig. 2. Basidiosporas de *Cortinarius caesiocanescens*. Foto: J. C. Campos.



Fig. 3. *Cortinarius delibutus*. AH 41278. Foto: J. C. Campos.

Carne blanquecina con reflejos grisáceos. Especie común que fructifica en otoño, en los bosques montanos de *Pinus sylvestris* en suelo ácido.

#### ***Cortinarius dionysae***

Rob. Henry, *Bull. trimestr. Soc. Mycol. Fr.* 49(2): 230 (1933).

Sección: *Glaucopodes*

**Material estudiado:** CUENCA: Arcas del Villar, La Atalaya, 1120 m, en bosque de *Quercus faginea*, *Quercus ilex* subsp. *ballota* y *Pinus pinaster*, en suelo calizo, 12-XI-2008, leg. J. F. Mateo, F. Rodríguez, J. C. Campos, AH 41285. MADRID: Madrid, ctra. Fuencarral-El Pardo km 5.5, 30TVK3684, 680 m, bosque de *Quercus ilex* subsp. *ballota* con *Cistus ladanifer* y algún *Quercus suber*, en suelo ácido, 10-II-2008, leg. J. C. Campos y M. Hinojosa, AH 41288. Boadilla del Monte, Monte Boadilla, 30TVK2574, 710 m, bosque de *Quercus ilex* subsp. *ballota* con *Cistus ladanifer* y algún *Pinus pinea*, en suelo ácido, 21-XII-08, leg. M. Hinojosa y J. C. Campos, AH 41287. Villa del Prado, La Dehesa, 30TUK9156, 480 m, bosque abierto y arenoso de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, en suelo ácido, 11-XII-2010, leg. J. C. Campos y E. Ramírez, AH 41281. *Ibidem*, 15-XII-2012, leg. R. Losada, E. Ramírez y J. C. Campos, AH 41274. TOLEDO: Montesclaros, Carril de Rengel, 30TUK3539, 480 m, bosque de *Quercus ilex* subsp. *ballota* con *Cistus monspeliensis*, sobre mármoles, 27-XII-2014, leg. J. C. Campos, J. de Esteban, T. de Esteban y F. Pancorbo, AH 41262.

#### **Observaciones**

(Fig. 4) Caracterizado por su píleo en tonos pardo grisáceos a ocre, de 27-80 mm de diámetro, láminas azuladas de joven, luego pardas, estípites de 30-65 x 8-22 mm, blanquecino con reflejos azulados, terminado en un bulbo marginado blanquecino de hasta 32 mm de ancho y carne crema en el píleo, azulada en el estípites y ocre en el bulbo, con fuerte olor harinoso. Basidiosporas de (8,5-)9-10,2(-10,5) x (5-)5,2-5,7(-6)  $\mu\text{m}$ . Fructifica en bosques de encinas, tanto en suelo ácido como básico. Común en el área de estudio.

#### ***Cortinarius cystoglaucopus***

A. Ortega, Vila, J.C. Campos & Fdez.-Brime, *Mycologia* 106(3): 499 (2014).

Sección: *Glaucopodes*

**Material estudiado:** GUADALAJARA: Condemios de Abajo, 30TVL9062, 1300 m, jaral de *Cistus ladanifer* y *Cistus laurifolius* con ejemplares aislados de *Quercus ilex* subsp. *ballota* y *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 6-XI-2010, leg. J. C. Campos y M. Hinojosa, AH 41317. *Ibidem*, 11-XI-2010, leg. J. C. Campos, F. Corón y F. Rodríguez, AH 41318.

#### **Macroscopía**

(Fig. 5) Píleo de 35-100 mm de diámetro, duro, carnoso, de convexo a plano-convexo, a veces algo deprimido, ondulado y lobulado en la madurez, con el margen algo incurvado de joven, luego plano, no estriado. Cutícula fibrillosa, seca, mate, algo untosa en tiempo húmedo, poco separable, de color crema ocráceo a ocre ferruginoso, a veces con restos de velo blanquecino, con el margen crema blanquecino, crema grisáceo a crema ocráceo en la madurez, pero siempre más claro que el resto del píleo. Láminas medianamente apretadas, con laminillas y lamélulas, algo sinuosas, entre 8 y 13 mm de anchura, inicialmente de color gris azulado, luego ocre, con la arista algo erosionada, del mismo color. Estípites de 35-90 x 12-23 mm, cilíndrico, de recto a curvado, lleno, apuntado en la base, que está más o menos engrosada, llegando a formar en algunas ocasiones un bulbo más o menos triangular, de hasta 27 mm de ancho, de color blanquecino con reflejos azulados. Carne espesa, de color blanquecino en el píleo, blanquecino con reflejos azulados (sobre todo en el córtex) en el estípites, y crema ocráceo en la base, volviéndose más o menos ocrácea en todo el basidioma con la edad. Olor no remarcable, sabor dulce. Reacciones macroquímicas: con potasa (KOH) al 20%, en cutícula color pardo; en la carne, color amarillento, rápidamente pardo amarillento (color miel).

#### **Microscopía**

Basidiosporas de (8-)8,8-9,5(-11,5) x (4,8-)5,2-5,5(-6,3)  $\mu\text{m}$ , elipsoidales, papiladas, con ornamentación mediana y densa. Basidios tetraspóricos y claviformes. Células marginales claviformes.



Fig. 4. *Cortinarius dionysae*. AH 41281. Foto: J. C. Campos.



Fig. 5. *Cortinarius cystoglaucopus*. AH 41317. Foto: J. C. Campos.





Epicutis gelificada, formada por hifas filamentosas, de 2-6  $\mu\text{m}$  de ancho, con elementos terminales de ápices redondeados, septadas y fibuladas. Subcutis compuesta por hifas horizontales, paralelas, con artículos más cortos y gruesos, de 8-21  $\mu\text{m}$  de ancho.

#### Observaciones

Crece en jarales, tanto de *Cistus laurifolius*, como de *C. ladanifer*, aunque parece más común en estos últimos, fructificando en suelos arenosos de pH ácido, normalmente en altitudes comprendidas entre 950-1300 m a ambos lados del Sistema Central. Especie de reciente creación (FERNÁNDEZ-BRIME & al., 2014), muy parecido a *Cortinarius van-campiae* Consiglio que se diferencia de *C. cistoglaucopus* por tener el bulbo claramente marginado y cónico, por el velo de color rosado (blanco o ausente en *cistoglaucopus*), por tener tonos en el basidioma más rojizos (pardo grisáceos a ocre en *cistoglaucopus*) y por su hábitat bajo esclerófilos, nunca cistófilo.

#### *Cortinarius humolens*

Brandrud, in Brandrud, Lindström, Marklund, Melot & Muskos, *Cortinarius*, Flora Photographica 4: 20 (1998).

Sección: *Laeticolores*

**Material estudiado:** GUADALAJARA: Almadrones, Las Suertes, 30TWL2229, 1060 m, bosque de *Quercus ilex* subsp. *ballota* con algún *Quercus faginea* en suelo calizo, 20-XI-2012, leg. J. C. Campos, AH 41299. *Ibidem*, 24-XI-2012, leg. J. C. Campos y J. Hernanz, AH 41298.

#### Macroscopía

(Fig. 6) Píleo de 33-70 mm de diámetro, convexo a plano-convexo, con mamelón bajo y ancho, con el margen enrollado de joven, rápidamente plano, no estriado. Cutícula fibrillosa radialmente, seca, mate, de color crema amarillento, crema oliváceo, ocráceo a ocre rosado, con abundantes restos de velo blanco. Láminas crema amarillento, luego pardas, de hasta 6 mm de anchas. Estípite de 45-75 x 9-20 mm, cilíndrico, recto, de color crema amarillento, terminado en un bulbo marginado, blanquecino, de hasta 30 mm de ancho. Carne

crema a crema amarillenta, más fuerte en la zona subcortical. Reacciones macroquímicas: con potasa (KOH) al 20%, pardo a pardo levemente rojizo en la cutícula, rosa a pardo rosado en la carne.

#### Microscopía

(Fig. 7) Basidiosporas de (8,6-)9,5-10(-10,9) x (5,2-)5,7-5,9(-6,4)  $\mu\text{m}$ , con ornamentación gruesa, densa y marcada.

**Observaciones.** Las recolectas cuadran bien con la descripción de André Bidaud (BIDAUD & al., 2004). Se diferencia de *Cortinarius natalis* D. Antonini & M. Antonini, por la ausencia de tonos lilacinos o vinosos en el estípite y las láminas, y la reacción de la carne a la potasa que es amarillo oliváceo pálido (BALLARÀ & al., 2007).

***Cortinarius olearioides*** Rob. Henry, *Doc. Mycol.* 17(68): 36 (1987).

= *C. subfulgens* P.D. Orton, *Trans. Br. Mycol. Soc.* 43(2): 212 (1960).

Sección: *Laeticolores*

**Material estudiado:** ÁVILA: El Tiemblo, Castañar, 30TUK7168, 1100 m, en bosque de *Castanea sativa* en suelo ácido, 15-IX-2007, leg. J. C. Campos, J. C. Zamora, L. Rubio Casas, S. Elena, A. Moreno, D. Campaña, C. Sanz y P. Álvarez, AH 41277. *Ibidem*, 19-IX-2007, leg. J. C. Campos, G. Sánchez, A. Hidalgo, M. Hinojosa y R. Martín, AH 41268. MADRID: Bustarviejo, Hoya del Quiñón, 30TVL3521, 1260 m, bosque de *Quercus pyrenaica* en suelo ácido, 23-X-2008, leg. J. C. Campos, R. Martín, M. Hinojosa, G. Sánchez y F. Gracia, AH 41280. SEGOVIA: Cerezo de Arriba, arroyo San Benito, 30TVL6064, 1370 m, bosque de *Quercus pyrenaica* en suelo ácido, 25-IX-2010, leg. D. Campaña, M. Hinojosa, J. Castillo, A. Díaz y J. C. Campos, AH41272. *Ibidem*, 29-IX-2010, leg. J. A. Rodea, A. Díaz y J. C. Campos, AH 41279. Riaza, Dehesa del Alcalde, 30TVL6164, 1350 m, bosque de *Quercus pyrenaica* en suelo ácido, 4-X-2008, leg. F. Gracia, F. Corón, J. C. Zamora y J. C. Campos, AH 41273.

#### Macroscopía

(Fig. 8) Píleo duro, carnoso, de 30-75 mm de diámetro, convexo a plano-convexo, débilmente



Fig. 6. *Cortinarius humolens*. AH 41299. Foto: J. C. Campos.

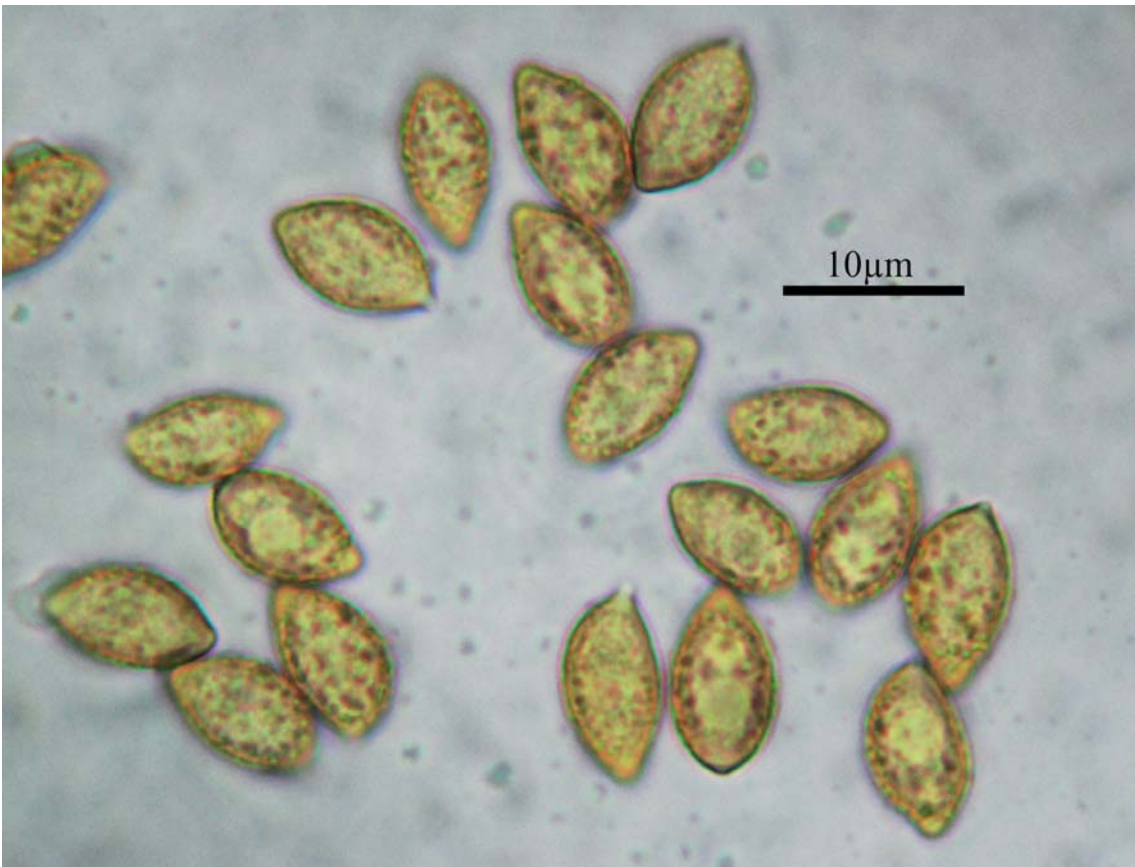


Fig. 7. Basidiosporas de *Cortinarius humolens*. Foto: J. C. Campos.



Fig. 8. *Cortinarius olearoides*. AH 41277. Foto: J. C. Campos.

deprimido en la madurez, con el margen enrollado de joven, luego plano y no estriado. Cutícula lisa, viscosa en tiempo húmedo, brillante, de color amarillo anaranjado, amarillo ocráceo en la madurez. Láminas apretadas, de hasta 5 mm de ancho, de color amarillo, luego pardas. Estípite cilíndrico, fibriloso, de 25-75 x 11-25 mm, de color amarillento a ocre anaranjado en la madurez, terminado en un bulbo marginado, amarillento con pruina blanquecina, de hasta 30 mm de ancho. Cortina blanquecina. Carne espesa, crema blanquecina en el púleo, ocre anaranjada débil en el estípite y ocre anaranjado rojiza, sobre todo en el borde. Reacciones macroquímicas: con potasa (KOH) al 20%, rosado en la carne del estípite, más oscuro en el bulbo y rojo en la cutícula.

#### Microscopía

Basidiosporas amigdaliformes, con un característico mamelón, de (7,8-)9,3–10(-11,5) x (5,1-)5,7–6(-6,6)  $\mu\text{m}$ , con ornamentación mediano-gruesa y densa.

#### Observaciones

Especie relativamente común en los melojares y castaños del centro peninsular.

#### Subgénero: *Cortinarius*

***Cortinarius hercynicus*** (Pers.) M.M. Moser, *in* Gams, *Kl. Krypt.-Fl.*, Ed. 3, 2b/2: 278 (1967).

= *C. violaceus* var. *hercynicus* (Pers.) Brandrud, *Nordic J. Bot.* 3(5): 590 (1983).

Sección: *Cortinarius*

**Material estudiado:** GUADALAJARA: Cantalajas, 30TVL7065, 1400 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 12-XI-2010, *leg.* J. de la Morena, AH 41284. Galve de Sorbe, Mata del Astillero, 30TVL0573, 1500 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 25-X-2008, *leg.* F. Corón y J. C. Campos, AH 41312. *Ibidem*, 01-XI-2012, *leg.* C. Sánchez, E. Ramírez, M. Hinojosa y J. C. Campos, AH 41313. MADRID: Canencia, puerto de Canencia, 30TVL3525, 1440 m de altitud, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido 27-IX-2006, *leg.* P. Álvarez,



Fig. 9. *Cortinarius hercynicus*. AH41266. Foto: J. C. Campos.

E. Ramírez, R. Martín y J. C. Campos, AH 41303. *Ibidem*, 08-XI-2014, leg. J. C. Campos y M. Hinojosa, AH 41266. SEGOVIA: San Ildefonso, puerto de Navacerrada-Siete Revueltas, 30TVL1419, 1420 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 24-IX-2008, leg. J. C. Campos, G. Sánchez, L. Rubio Casas y R. Martín, AH 41310.

#### Observaciones

(Fig. 9) Píleo hemisférico a plano-convexo en la madurez, de 25-90 mm de diámetro, con el margen enrollado. Cutícula de aspecto afieltrado, seca, de color violeta, pardo violáceo en la madurez. Láminas violetas, pardas en la madurez. Estípite de 45-145 x 10-70 mm con la base bulbosa de color violeta. Carne también violácea, decolorándose en tonos pardo rojizos. Reacciones macroquímicas: con la potasa (KOH) al 20%, rojo en la cutícula y rosa rojizo en la carne. Basidiosporas elipsoidales de (10,5-)12-12,8(-14,3) x (7,5-)8,2-8,7(-9,7)  $\mu\text{m}$ , con ornamentación gruesa, densa, marcada (Fig. 10). Común en los bosques montanos de *Pinus sylvestris*.

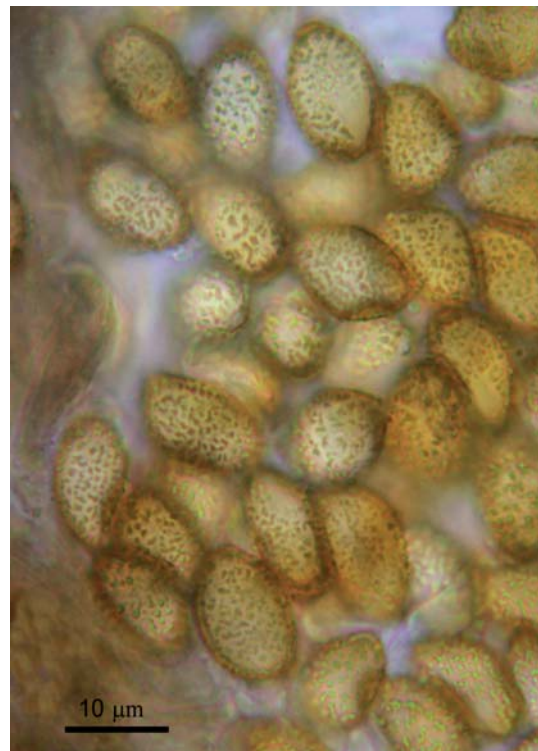


Fig. 10. Basidiosporas de *Cortinarius hercynicus*. Foto: J. C. Campos.

**Subgénero:** *Myxacium*

***Cortinarius coeruleopallescens*** Contu, *Micol. Veget. Medit.* 14(1): 35 (1999).

= *C. croceocaeruleus* var. *meridionalis* Bidaud, A. Ortega & Mahiques, in Ortega, Bidaud & Mahiques, *Cryptol. Mycol.* 18(3): 229 (1997).

Sección: *Vibratiles*

**Material estudiado:** ÁVILA: Candeleda, El Robledillo, 30TUK0347, 450 m, jaral puro de *Cistus ladanifer* en suelo ácido, 4-XII-2010, leg. J. C. Campos y E. Ramírez, AH 41271. *Ibidem*, Las Atalayas, 30TUK0047, 355 m, jaral puro de *Cistus ladanifer* en suelo ácido, 4-XII-2010, leg. J. C. Campos y E. Ramírez, AH 41282. GUADALAJARA: Tamajón, Los Navazales, 30TVL8137, 1010 m, jaral de *Cistus ladanifer* con algún *Cistus laurifolius* y *Quercus ilex* subsp. *ballota*, en suelo arenoso y ácido, 29-XI-2014, leg. J. C. Campos y E. Ramírez, AH 41315. TOLEDO: Hontanar, El Palancar, 30SUJ7186-87, 830-850 m, jaral de *Cistus ladanifer* en suelo ácido, 20-XII-2014, leg. J. C. Campos, J. de Esteban, T. de Esteban y F. Figueroa, AH 41316.

**Macroscopía**

(Fig. 11) Caracterizado por su pileo de 8-72 mm de diámetro, de convexo a plano-convexo, algo irregular, de color blanco a crema, ocráceo en la madurez, con algunas zonas gris azuladas a lilas (sobre todo hacia el margen). Láminas de color beige. Estípite de 32-70 x 11-22 mm, variable, a veces corto y grueso, otras sinuoso, con la base más o menos apuntada, y carne blanca con manchas ocráceas, de olor rafanoide y sabor amargo.

**Microscopía**

Tiene basidiosporas elipsoidales a estrechamente elipsoidales, de (7,8)8,3–8,8(10) x (4,5-)4,9–5,1(5,5)  $\mu\text{m}$ , apiculadas, con ornamentación fina y medianamente densa.

**Observaciones**

De fructificación otoñal, crece semienterrado en jarales más o menos arenosos, a veces solitario, aunque generalmente formando grupos apretados. Citado en los jarales de Cataluña (VILA & LLIMONA, 2002; BALLARÀ & *al.*, 2009), Madrid (CAMPOS & *al.*, 2010) y Valencia (ORTEGA & *al.*, 1997, como *C. croceocaeruleus* var. *meridionalis*).

***Cortinarius galeobdolon*** Melot, *Acta Botanica Islandica* 12: 91 (1995).

Sección: *Vibratiles*

**Material estudiado:** MADRID: Becerril de la Sierra, Cercado de Sancho Soldado, 30TVL1608, 1150 m, jaral de *Cistus ladanifer* con algún *Cistus laurifolius* en suelo ácido, 18-XI-2010, leg. J. C. Campos y F. Gracia, AH 41286, Bustarviejo, puerto de Canencia, 30TVL3523, 1325 m, bosque de *Pinus sylvestris* con algún *Cistus laurifolius* en suelo ácido, 20-XI-2010, leg. J. Antolín, AH41275.

**Observaciones**

(Fig. 12) Píleo de 15-50 mm de diámetro, de convexo a plano, ondulado, algo deprimido en la madurez, de color crema blanquecino, luego ocráceo a ocráceo ferruginoso en la madurez, a veces con reflejos grisáceos cerca del margen. Láminas densas, de color beige, ocráceo ferruginoso con la edad. Estípite de 35-105 x 7-14 mm, de recto a curvado, a veces sinuoso, generalmente fusiforme, de color blanquecino a crema blanquecino, ocráceo con la edad. Carne de color crema, que adquiere tonos ocráceos al cabo de un tiempo, con olor desagradable y sabor dulce. Basidiosporas de elipsoidales a anchamente elipsoidales, de (6,2-)7,2–7,6(-8,5) x (4,2-) 4,7–4,9(-6)  $\mu\text{m}$ , apiculadas, con ornamentación fina y densa. Fructifica en otoño, generalmente de forma fasciculada. Normalmente la encontramos en la cercanía de especies del género *Cistus*, aunque no parece ser exclusiva de este hábitat. Citada en bosques de coníferas (BIDAUD & *al.*, 2000), de planifolios (BALLARÀ & MAHIQUES, 2008) y bajo jaras (CAMPOS & *al.*, 2010).

***Cortinarius vibratilis*** (Fr.) Fr., *Epicr. Syst. Mycol.*: 277 (1938).

Sección: *Vibratiles*

**Material estudiado:** GUADALAJARA: Condemios de Arriba, arroyo Pelagallinas, 30TVL9260, 1370 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 18-IX-2010, leg. J. C. Campos y E. Ramírez, AH 41267. Orea, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 18-X-2008, leg. F. Serrano, J. C. Campos, C. Mallada y O. Ribote, AH 41291.



Fig. 11. *Cortinarius coeruleopallescens*. AH 41316. Foto: J. C. Campos.



Fig. 12. *Cortinarius galeobdolon*. AH 41275. Foto J. C. Campos.

### Macroscopía

(Fig. 13) Píleo de convexo a plano-convexo, poco carnoso, de 25-50 mm de diámetro, con cutícula lisa, glutinosa, brillante, de color pardo amarillento a anaranjado, más oscuro hacia el centro, margen no estriado. Láminas apretadas, de hasta 7 mm de ancho, de color ocre cárneo. Estípites de 30-50 x 4-16 mm, viscoso, de blanco a ocre pálido, de algo engrosado en la base a bulboso. Carne blanquecina, muy amarga. Reacciones macroquímicas: con potasa (KOH) al 20%, castaño en la cutícula y nulo en la carne.

### Microscopía

Basidiosporas elipsoidales, de (5,5-)6-7(-7,5) x (4-)4,2-4,9(-5,2)  $\mu\text{m}$ , con ornamentación fina y densa.

### Observaciones

Especie caracterizada por su viscosidad muy amarga, creciendo en verano y otoño en bosques montanos de coníferas, generalmente de *Pinus sylvestris*.

### Subgénero: *Dermocybe*

***Cortinarius semisanguineus*** (Fr.) Gillet, *Hyménomycètes*: 484 (1878) [1876]

Sección *Dermocybe*

**Material estudiado:** GUADALAJARA: Condemios de Arriba, arroyo Pelagallinas, 30TVL9160, 1370 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 23-X-2010, leg. J. C. Campos, F. Corón y E. Ramírez, AH41290. *Ibidem*, 11-XI-2010, leg. J. C. Campos, F. Corón y F. Rodríguez, AH 41283. SEGOVIA: San Ildefonso, puerto de Navacerrada-Siete Revueltas, 30TVL1419, 1420 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 1-XI-2007, leg. F. Gracia y J. Hernanz, AH 41293. *Ibidem*, 2-XI-2007, leg. J. C. Zamora, L. Rubio Casas, A. Moreno y S. Catalá, AH 41269.

### Observaciones

(Fig. 14) Píleo cónico-campanulado de joven, luego plano-mamelonado, de 27-65 mm de diámetro, con cutícula seca, de aspecto afieltrado, de color pardo amarillento, a veces con tonos oliváceos, con láminas de color rojo sangre, estípites de 47-60 x 6-10 mm, de color crema amarillento, carne

de color crema oliváceo. Fructifica en otoño, en pinares de montaña, en suelo ácido.

### Subgénero: *Hydrocybe*

***Cortinarius assiduus*** Mahiques, A. Ortega & Bidaud var. ***assiduus***, *Bull. Féd. Mycol. Dauphiné-Savoie* 41(162): 42 (2001).

Sección: *Armeniaci*

**Material estudiado:** GUADALAJARA: La Toba, Ermita de San Bartolomé, 30TVL9841, 935 m, jaral de *Cistus laurifolius* y *Cistus ladanifer* con algún *Quercus ilex* subsp. *ballota* en suelo ácido, 28-XI-2010, leg. J. C. Campos y J. Hernanz, AH 41292. MADRID: Cenicientos, Sierra de la Higuera, 30TUK6954, 720 m, bosque de *Quercus ilex* subsp. *ballota* en suelo ácido, 15-XII-2012, leg. R. Losada, E. Ramírez y J. C. Campos, AH 41309. Villa del Prado, La Dehesa, 30TUK9156, 480 m, bosque abierto y arenoso de *Quercus ilex* subsp. *ballota* en suelo ácido, 7-XII-2012, leg. J. C. Campos y M. Hinojosa, AH 41311.

### Observaciones

(Fig. 15) Especie común en los jarales del centro peninsular, aunque no exclusiva, ya que también la encontramos en bosques de esclerófilos en suelo ácido, a finales de otoño e invierno. Hay una excelente descripción de la especie en BALLARÀ & al. (2007).

### Subgénero: *Telamonia*

***Cortinarius xerophilus*** Rob. Henry & Contu, *Doc. Mycol.* 16(63-64): 63 (1986).

= *C. subcaninus* subsp. *xerophilus* (Rob. Henry & Contu) A. Ortega, *Nova Hedwigia* 60(1-2): 132 (1995).

Sección: *Anomali*

**Material estudiado:** ÁVILA: Candeleda, Las Atalayes, 30TUK0047, 355 m, jaral puro de *Cistus ladanifer* en suelo ácido, 4-XII-2010, leg. E. Ramírez y J. C. Campos, AH 41295. GUADALAJARA: Tamajón, Los Navazales, 30TVL8137, 1015 m, jaral puro de *Cistus ladanifer* en suelo ácido, 20-XI-2010, leg. J. C. Campos, M. Hinojosa y E. Ramírez, AH 41294. MADRID: Boadilla del Monte, Monte Boadilla, 30TVK2574, 710 m, bajo *Cistus ladanifer*, bosque



Fig. 13. *Cortinarius vibratilis*. AH 41291. Foto: J. C. Campos.



Fig. 14. *Cortinarius semisanguineus*. AH 41283. Foto: J. C. Campos.





Fig. 15. *Cortinarius assiduus* var. *assiduus*. AH 41292. Foto: J. C. Campos.

de *Quercus ilex* subsp. *ballota* con algún *Pinus pinea* en suelo ácido, 8-XII-2006, leg. J. C. Campos y M. Hinojosa, AH 41306. Cervera de Buitrago, Tanganiza, 30TVL5531, 950 m, jaral de *Cistus ladanifer* en suelo ácido, 13-XII-2011, leg. J. C. Campos, AH 41314. San Martín de Valdeiglesias, ctra. de Pelayos de la Presa-Cadalso de los Vidrios, km 5, 30TUK8365, 820 m, bajo *Cistus ladanifer* en bosque de *Pinus pinea* y *P. pinaster* con *Quercus ilex* subsp. *ballota*, en suelo ácido, 23-XII-2006, leg. E. Ramírez y J. C. Campos, AH 41305. TOLEDO: Almorox, pinar de Almorox-área recreativa, 30TUK8260, 610 m, bajo *Cistus ladanifer* en bosque de *Pinus pinea* con algún *Quercus ilex* subsp. *ballota* en suelo ácido, 2-XII-2006, leg. J. C. Campos y G. Moreno, AH 41304. Hontanar, Camino del Taramal, 30SUJ6986, bosque con *Quercus ilex* subsp. *ballota*, *Cistus salvifolius* y *Juniperus oxycedrus* en suelo ácido, leg. J. C. Campos, J. de Esteban y F. Figueroa, AH 41296. Montesclaros, Cantera de San Pedro, 30TUK3538, 500 m, bajo *Cistus ladanifer* en suelo ácido, 27-XII-2014, leg. J. C. Campos, J. de Esteban, T. de Esteban y F. Pancorbo, AH 41297.

#### Observaciones

(Fig. 16) Caracterizada por su tamaño pequeño a mediano, por los tonos lilacinos de todo el basidioma, sobre todo cuando es joven y por su hábitat claramente cistófilo, siendo muy común (a veces con gran número de ejemplares) en los jarales del centro peninsular. Frecuentemente aparece citado como *Cortinarius subcaninus* en las publicaciones micológicas; nosotros, siguiendo el criterio de VILA & LLIMONA (2010), y en espera de realizar estudios de biología molecular, preferimos incluir las recolectas bajo *Cistaceae* en *C. xerophilus*.

#### Subgénero: *Rozites*

***Cortinarius caperatus*** (Pers. : Fr.) Fr., *Epicr. Syst. Mycol.*: 256 (1838).

= *Rozites caperatus* (Pers. : Fr.) P. Karst, *Bidr. Känn. Finl. Nat. Folk* 32: 290 (1879).

**Material estudiado:** GUADALAJARA: Galve de Sorbe, Mata del Astillero, 30TVL0573, 1500 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 25-X-2008, leg. F. Corón y J. C. Campos, AH 41289. SEGOVIA:



Fig. 16. *Cortinarius xerophilus*. AH41314. Foto: J. C. Campos.



Fig. 17. *Cortinarius caperatus*. AH 41289. Foto: J. C. Campos.



San Ildefonso, puerto de Navacerrada-Siete Revueltas, 30TVL1419, 1420 m, bosque de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, 19-VIII-2004, *leg.* J. C. Campos, J. Campos y M. Hinojosa, AH 41264. *Ibidem* 12-IX-2007, *leg.* J. C. Campos, R. Martín, G. Sánchez, J. Campos, P. Miranda y E. Duchini, AH 41263, *Ibidem*, 17-VII-2010, *leg.* J. C. Campos, M. Hinojosa, G. Sánchez, J. Castillo y A. del Val, AH 41308

### Observaciones

(Fig. 17) Píleo cónico-campanulado de joven, luego plano, conservando un mamelón central, con aspecto abollado, de 40-80 mm de diámetro, cubierto de un velo blanquecino como de "tela de araña" que desaparece con la edad, con cutícula seca, mate, de color beis crema a ocráceo. Láminas blanquecinas, luego beis, con la arista erosionada. Estípites blanquecinos, fibriloso, sobre todo por encima del anillo, que es membranoso. Carne blanquecina. Fructifica en verano y principios de otoño, en bosques de *Pinus sylvestris* en suelo ácido, no habiéndolo encontrado hasta ahora en los escasos hayedos del centro peninsular.

### AGRADECIMIENTOS

A mi mujer, María, por la paciencia y cariño con que soporta mi dedicación a la micología. A mis compañeros del Grupo Ibero-insular de Cortinariólogos (GIC), por su ayuda en la identificación de varias especies de este trabajo. A Juan Carlos Zamora Señoret por la revisión de este trabajo.

### REFERENCIAS

- BALLARÀ, J., J.A. CADIÑANOS-AGUIRRE, J.C. CAMPOS, F. ESTEVE-RAVENTÓS, R. FERNÁNDEZ-SASIA, C. GUTIÉRREZ, J. HERNANZ, R. MAHIQUES, G. MORENO, A. ORTEGA, F. PALAZÓN, J.D. REYES & J. VILA (2007). *Cortinarius* ibero-insulares-1. *Fungi non Delineati* XLII: 1-272. Edizioni Candusso. Alassio.
- BALLARÀ, J., J.A. CADIÑANOS-AGUIRRE, J.C. CAMPOS, F. ESTEVE-RAVENTÓS, R. FERNÁNDEZ-SASIA, C. GUTIÉRREZ, R. MAHIQUES, A. MATEOS, G. MORENO, A. ORTEGA, F. PALAZÓN, A. PÉREZ, M.A. PÉREZ-DE-GREGORIO, J.D. REYES, E. SUÁREZ, V.N. SUÁREZ-SANTIAGO & J. VILA (2009). *Cortinarius* ibero-insulares-2. *Fungi non Delineati* XLVIII-XLIX: 1-248. Edizioni Candusso. Alassio
- BALLARÀ, J., & R. MAHIQUES (2008). Alguns *Cortinarius* novells o interessants de l'area ibero-insular. (V). *Butll. Soc. Micol. Valenciana* 13: 197-212.
- BIDAUD, A., P. MÖENNE-LOCCOZ, P. REUMAUX, X. CARTERET, G. EYSSATIER & R. HENRY (2000). *Atlas des Cortinaires*. Pars X, Fiche 467. Pl. 298-299 Ed. F.M.D.S., Lyon.
- CAMPOS, J.C., J.C. ZAMORA & J. VILA (2010). Estudio de la micobiota de las comunidades de Cistaceae en el centro de la Península Ibérica II, *Bol. Soc. Micol. Madrid* 33: 257-270.
- FERNÁNDEZ-BRIME, S., J. VILA, J.C. CAMPOS & A. ORTEGA (2014). Some new and interesting taxa of *Cortinarius* subgenus *Phlegmacium* from the European Mediterranean Basin, *Mycologia* 106(3): 491-504.
- ORTEGA, A., A. BIDAUD, & R. MAHIQUES (1997). Contribución al estudio del género *Cortinarius* en España Peninsular. II parte. *Cryptog. Mycol.* 18(3): 227-231.
- VILA, J. & X. LLIMONA (2002). Noves dades sobre el component fúngic de les comunitats de *Cistus* de Catalunya. *Revista Catalana Micol.* 24: 74-121.
- VILA, J. & X. LLIMONA (2010), ["2009"]. Noves dades sobre el component fúngic de les comunitats de *Cistus* de Catalunya. III. Addicions, correccions i claus d'identificació. *Revista Catalana Micol.* 31: 103-137.



# Primeras citas de *Agaricus cupressicola* en España

PARRA, L.A.<sup>1</sup>, J.L. PÉREZ-BUTRÓN<sup>2</sup> & J. DE ESTEBAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Avda. Padre Claret 7, 5.º G, 09400 Aranda de Duero, Burgos. E-mail: Agaricus@telefonica.net

<sup>2</sup> Sociedad de Ciencias Naturales de Sestao/Sestaoko Natur Zientzien Elkartea, Apdo. 41, 48910 Sestao, Bizkaia. E-mail: josemicologo@hotmail.com

<sup>3</sup> C/ San Pedro el Verde 23, nº 6, 45004 Toledo. E-mail: Josueder@hotmail.com

**Resumen:** PARRA, L.A., J.L. PÉREZ-BUTRÓN & J. DE ESTEBAN (2015). Primeras citas de *Agaricus cupressicola* en España. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 37-45. Se realiza una descripción macro- y microscópica completa acompañada de fotografías de las primeras citas de *Agaricus cupressicola* en España. Las tres colecciones de las que existe material de herbario son también caracterizadas molecularmente. Finalmente, se incluyen comentarios taxonómicos para diferenciarlo morfológicamente y molecularmente de los taxones más próximos.

**Palabras clave:** *Agaricus*, *Bivelares*, *Agaricus cupressicola*, taxonomía, corología, España.

**Summary:** PARRA, L.A., J.L. PÉREZ-BUTRÓN & J. DE ESTEBAN (2015). First records of *Agaricus cupressicola* in Spain. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 37-45. A complete macro- and microscopical description accompanied by photographs from the first records of *Agaricus cupressicola* from Spain are provided. The three collections from which herbarium material is extant are also molecularly characterized. Taxonomic comments to distinguish morphologically and molecularly this species from the most closely related taxa are also included.

**Keywords:** *Agaricus*, *Bivelares*, *Agaricus cupressicola*, taxonomy, chorology, Spain.

## INTRODUCCIÓN

El motivo del presente artículo es dar a conocer las tres primeras citas de *Agaricus cupressicola* Bon & Grilli en España, y realizar una descripción completa de esta especie escasamente citada en la literatura y que desde su descripción original por BON (1987) solo se ha encontrado en Bélgica, Francia, Italia y Portugal (PARRA, 2008). Las tres citas aquí recopiladas, correspondientes a colecciones recolectadas entre los años 2002 y 2012, amplían su rango de distribución, así como su variabilidad morfológica, genética y ecológica, pues nunca antes se había recolectado bajo *Gleditsia triacanthos* L. o bajo *Ulmus minor* Mill. con presencia de *Populus alba* L. y *Tamarix* sp.

Esperamos que este artículo ayude a conocer mejor esta rara e interesante especie, facilitando su identificación, y con ello contribuya a un aumento de las citas en España.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las descripciones macroscópicas han sido realizadas a partir de fotografías tomadas *in situ*, o en el caso de la colección de Madrid tomadas al día siguiente en otro lugar, y de notas basadas en las

observaciones sobre el material fresco, así como en los cambios que sufren los carpóforos con el paso del tiempo hasta su deshidratación para ser conservados en el herbario. Una de las muestras está depositada en el herbario de la Sociedad de Ciencias Naturales de Sestao (SESTAO) y dos en el herbario privado de L. A. Parra (LAPAG).

Las descripciones microscópicas están basadas en la observación de preparaciones hechas, bien a partir de material fresco (SESTAO 2010112701), o de material desecado (LAPAG 255 y LAPAG 937). El medio de tinción utilizado en las preparaciones ha sido el rojo Congo amoniacal, excepto para la medición de las esporas de la colección SESTAO 2010112701 y una preparación de la pileipellis de la colección LAPAG 937 que se han realizado en agua. Para la medición de las esporas se ha utilizado el método estadístico de HEINEMANN & RAMMELOO (1985).

La disposición de los caracteres macroscópicos y microscópicos en las descripciones es la misma que la adoptada por PARRA (2008, 2013).

Para el análisis molecular de todos los especímenes se ha secuenciado la región ITS1+2, extrayendo el ADN total siguiendo el protocolo estándar



CTAB. La secuenciación fue realizada por los laboratorios Macrogen Inc. usando el cebador ITS4 (WHITE & *al.*, 1990) para la amplificación por PCR. Se han utilizado 11 secuencias de especímenes pertenecientes a *Agaricus* sección *Bivelares* (Kaufman) L.A. Parra, seis de *A. cupressicola* Bon & Grilli (incluido el holotipo) y una de cada una de las siguientes especies: *A. bisporus* (J.E. Lange) Imbach, *A. bitorquis* (Qué.) Sacc., *A. devoniensis* P.D. Orton, *A. subfloccosus* (J.E. Lange) Hlaváček y *A. subperonatus* (J.E. Lange) Singer. Una secuencia de *A. xanthodermus* Genev. se ha utilizado como grupo externo, dado que *A.* sección *Xanthoderma-tei* Singer es filogenéticamente cercana a la sección *Bivelares* según estudios previos (KERRIGAN & *al.*, 2005, como *A.* sección *Duploannulati* Wasser; KERRIGAN & *al.*, 2008). Se realizó un alineamiento automático con ClustalW, con escasas modificaciones posteriores. El árbol filogenético se obtuvo por el método de máxima verosimilitud, utilizando RAxML 7.4.2 (STAMATAKIS, 2006) y el algoritmo GTRGAMMA. El apoyo de las ramas se obtuvo por el método de bootstrap, realizando 1000 pseudo-replicas no paramétricas con la opción "thorough" de RAxML. De acuerdo con HILLIS & BULL (1993) se consideran ramas con alto apoyo aquellas con un valor de bootstrap  $\geq 70\%$ .

## DESCRIPCIÓN

***Agaricus cupressicola*** Bon & Grilli *in* Bon, *Doc. Mycol.* 17(67): 11. 1987.

**Material estudiado:** BIZKAIA: Sestao, Parque de la Benedicta, 30TVN9995, 10 m, bajo *Cupressus* sp., 27-XI-2010, *leg.* J. L. Pérez-Butrón, SESTAO 2010112701 (duplicado en LAPAG 624). MADRID: Madrid capital, El Pardo, 30TVK3585, 600 m, bajo *Gleditsia triacanthos*, 14-XII-2002, *leg.* L. A. Parra, LAPAG 255 (Figs. 1-2). TOLEDO: Guadamur, desembocadura del arroyo Guajaraz al río Tajo, 30SVK0314, 437 m, bajo *Ulmus minor* con ejemplares dispersos de *Populus alba* y *Tamarix* sp. en terreno más o menos arenoso, 30-XI-2012, *leg.* J. de Esteban, LAPAG 937 (Fig. 3-4).

### Descripción macroscópica

Píleo de (2,4-)3-6 cm de diámetro, inicialmente globoso, después plano-convexo y finalmente pla-

no, a veces con un mamelón bajo y amplio. Superficie lisa, mate, seca, con sutiles fibrillas radiales adpresas que a veces se disocian en escamas concéntricas difusas, de color inicialmente blanca con difuminaciones ocráceas o marrones (en la colección LAPAG 255) o marrón ocrácea a marrón rojiza con zonas grisáceas (en las colecciones SESTAO 2010112701 y LAPAG 937) con fuerte tendencia a oscurecerse hasta marrón fuliginoso con el tiempo o la edad, uniformemente coloreada o más oscura en el centro, rápidamente enrojeciente al roce, a menudo decorada en los ejemplares jóvenes con restos blanquecinos del velo universal en forma de copos adpresos irregulares de tamaño medio, más o menos dispersos y distribuidos regularmente. Margen de regular a ligeramente sinuoso, no o ligeramente excedente, habitualmente apendiculado por restos blanquecinos del anillo, al principio enrollado, después incurvado y finalmente más o menos plano.

Láminas libres, apretadas, de hasta 0,7 cm de anchura, con laminillas y lamélulas intercaladas, inicialmente rosado pálido, después pardo rosado, más tarde marrón oscuro y finalmente casi negras, con la arista blanquecina.

Estípite de 2,5-7 x 0,6-1,2 cm, fistuloso, cilíndrico o ligeramente claviforme, a veces atenuado o algo bulboso en la base, recto o un poco curvado, con la superficie blanquecina, lisa o longitudinalmente fibrillosa, sobre todo por encima del anillo, donde en la madurez puede rasgarse en finas escamas dejando ver tonalidades subyacentes pajizas u ocráceas provenientes de zonas más expuestas o dañadas. Con abundantes finos cordones miceliares blanquecinos en la base. Al roce rápidamente de color anaranjado, que pasa a rojo y finalmente a marrón fuliginoso con el tiempo.

Anillo súpero, situado en la mitad superior del estípite, simple, delgado, frágil, blanquecino, con el borde finamente irregular, subliso o ligeramente estriado en su cara superior, liso o subliso en la inferior, permaneciendo frecuentemente adpreso al estípite en la madurez, enrojeciente al roce en ejemplares jóvenes.

Contexto al corte blanco, pero rápidamente enrojeciendo en el píleo, más intensamente en la zona de contacto con el estípite y las láminas, y con tonos anaranjados o azafranados en el estí-



Fig. 1. *Agaricus cupressicola*. LAPAG 255. Foto: L. A. Parra.



Fig. 2. *Agaricus cupressicola*. LAPAG 255. Foto: L. A. Parra.



Fig. 3. *Agaricus cupressicola*. LAPAG 937. Foto: J. de Esteban.



Fig. 4. *Agaricus cupressicola*. LAPAG 937. Foto: J. de Esteban.



pite, que con el tiempo pasa primero a rojo y después a marrón oscuro. Olor agradable, ni a almendras amargas o anís, ni a yodo o tinta china.

#### Descripción microscópica

Esporas de 4,2-4,97-5,75(-6,7) x 3-3,52-4,2  $\mu\text{m}$  (C=3; N=90), elipsoides, habitualmente con ligero aplanamiento adaxial, lisas, apiculadas, sin poro apical, de paredes gruesas, de color marrón, congófilas, unigutuladas o con contenido granular.

Basidios de 16-22 x 6-10  $\mu\text{m}$ , tetraspóricos, fundamentalmente claviformes ligeramente truncados en el ápice, esporádicamente fusiformes, con esterigmas de hasta 4  $\mu\text{m}$ .

Queilocistidios abundantes a lo largo de toda la arista laminar, simples o con 1-2(-3) septos en la base, de paredes finas, hialinos o con pigmento marrón. Los simples y el elemento terminal de los septados, fundamentalmente de claviformes a piriformes, menos frecuentemente con tendencia a esferopedunculados o fusiformes, de 14-35 x 6-18 (-20)  $\mu\text{m}$ , y los anteterminales de usualmente cilíndricos a más o menos largos de 5-12(-16) x 4-9  $\mu\text{m}$ .

Superficie inferior del anillo formada por dos tipos de hifas, unas de 2-8  $\mu\text{m}$  de grosor no o ligeramente estrechadas en los septos, y otras de 9-15  $\mu\text{m}$ , más irregulares en forma, muy estrechadas en los septos y fácilmente desarticulables. Además de las hifas citadas también se observan elementos aislados globosos o piriformes de hasta 25  $\mu\text{m}$  de grosor, que se desarticulan con mucha facilidad y tienen su origen en las hifas anteriores.

Pileipellis en cutis, constituida por hifas cilíndricas de 3-12  $\mu\text{m}$  de grosor, no o ligeramente estrechadas en los septos, a menudo con pigmento interno de color ocráceo y con elementos terminales de ápice redondeado de ligeramente ensanchado a progresivamente atenuado de 5-7  $\mu\text{m}$ .

Fíbulas no observadas en ninguna de las estructuras.

Todos los datos que hemos obtenido del estudio microscópico de nuestras colecciones (Fig. 5) coinciden con los obtenidos del estudio microscópico del tipo, aunque en el caso de la colección LAPAG 255 las esporas eran ligeramente más largas y más anchas, aunque sus medidas se solapaban ampliamente con las de las otras colecciones:

	SESTAO 2010112701	LAPAG 255	LAPAG 937	HOLOTYPUS
Esporas ( $\mu\text{m}$ )	4,25-5,02-6 x 3-3,46-4	4,2-4,7-5,2 x 3-3,59-4,2	4,8-5,17-5,7 x 3,4-3,5-3,8	(4-)4,2-5,17-6 x (3-)3,2-3,53-4
Coeficiente Q	1,25-1,45-1,67(-1,87)	1,13-1,31-1,5(-1,67)	1,35-1,48-1,57	1,29-1,46-1,57
Queilocistidios, elemento terminal ( $\mu\text{m}$ )	15-29 x 6-12(-16)	15-35 x 8-18(-20)	14-35 x 7-15	16-30(-41) x 8-16(-22)

#### Reacciones macroquímicas

No chequeadas.

#### Tipo de crecimiento y hábitat

Crecimiento gregario en grupos de poco ejemplares. En la literatura se ha citado preferentemente bajo coníferas de los géneros *Cupressus*, *Cupressocyparis*, *Juniperus*, *Cedrus* y *Taxus*, pero también encontrado bajo planifolios como *Robinia* sp. y *Populus nigra* (PARRA, 2008). Nuestras colecciones amplían la ecología al encontrarse una

colección bajo *Gleditsia triacanthos* y otra bajo *Ulmus minor* en compañía de ejemplares dispersos de *Populus alba* y *Tamarix* sp.

#### Fenología

Especie que, a diferencia del resto de las especies del género *Agaricus* estudiadas en Europa, fructifica frecuentemente en pleno invierno (desde finales de noviembre a principios de enero), aunque también se ha citado en octubre (CONTU, 1992; GRILLI, 1998; LANCONELLI, 2003). Nuestras



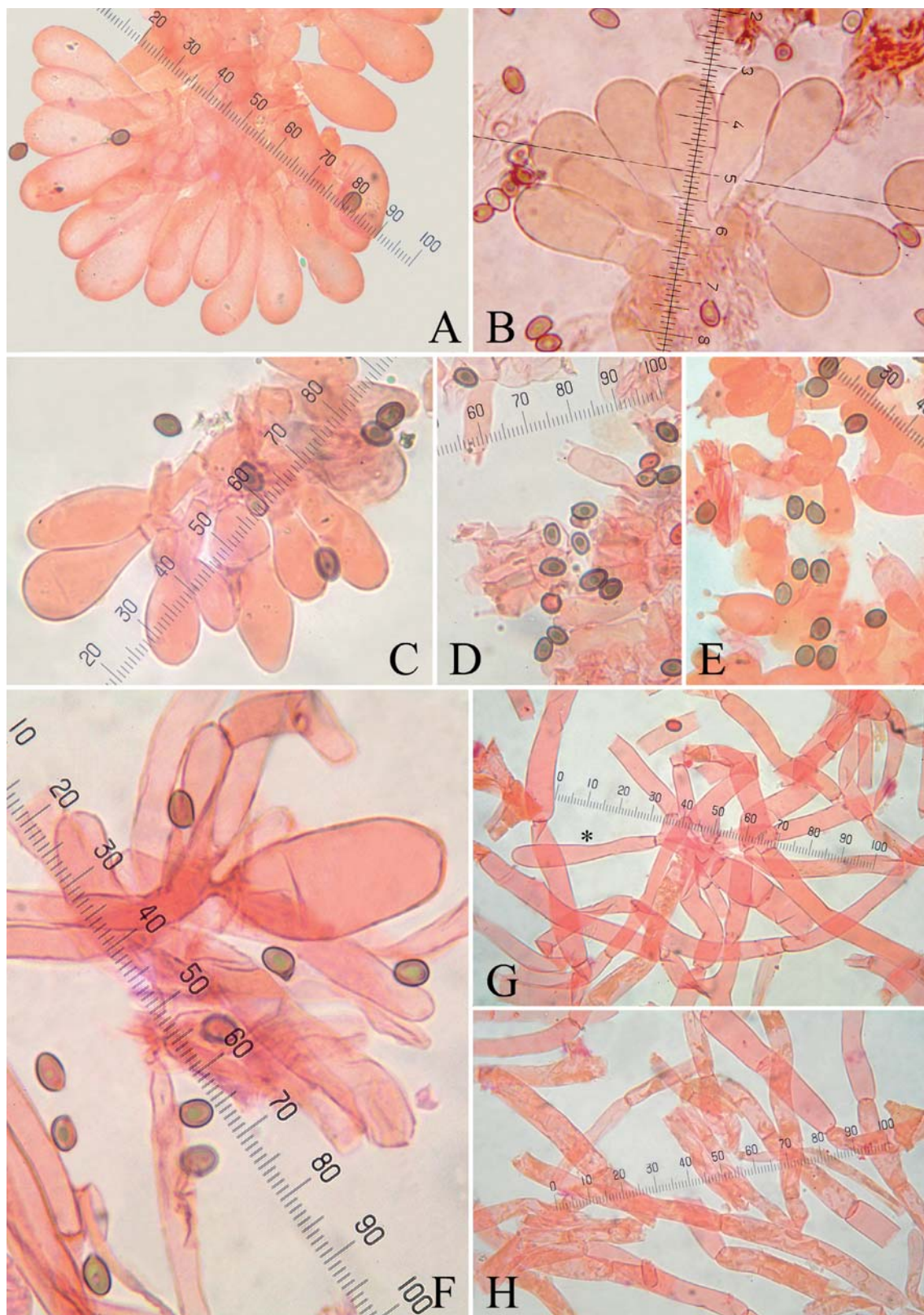


Fig. 5. *Agaricus cupressicola*. A-C: Queilocistidios. D-E: Basidios y esporas. F: Hifas de la cara inferior del anillo y esporas. G: Pileipellis, un elemento terminal está marcado con un asterisco. H: Pileipellis, abundantes hifas pigmentadas. A, E: LAPAG 255. B, F, G, H: LAPAG 937. C, D: SESTAO 2010112701. Fotos: A, C-H: L. A. Parra, B: J. de Esteban.



Fig. 6. *Agaricus cupressicola*. SESTAO 2010112701 comparado con un carpóforo de *A. bisporus* (dado completamente la vuelta en el centro de la foto). Foto: J. L. Pérez-Butrón.



Fig. 7. *Agaricus cupressicola*. SESTAO 2010112701 comparado con un carpóforo de *A. bisporus* (segundo por la derecha). Foto: J. L. Pérez-Butrón.

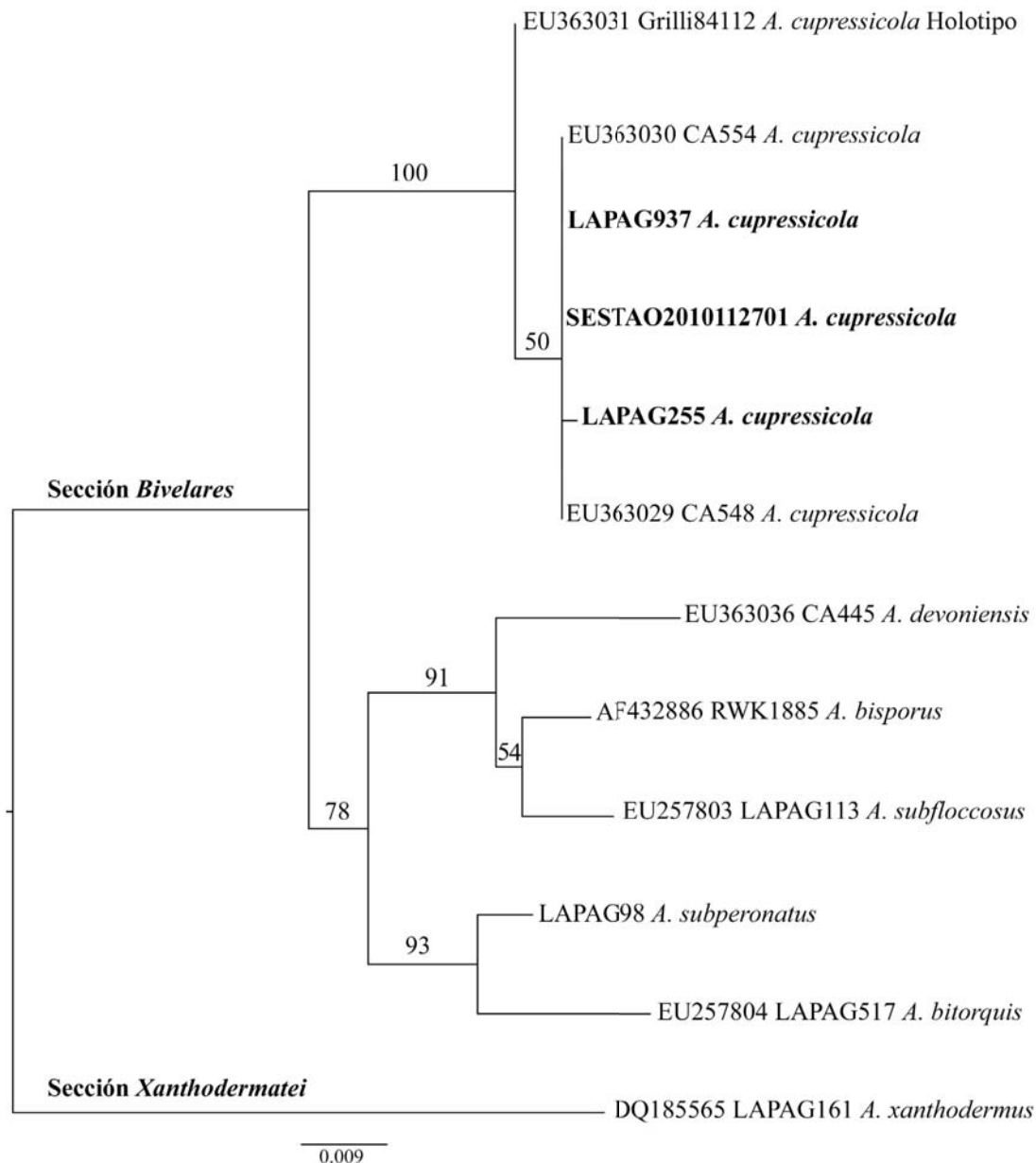


Fig. 8. Árbol de máxima verosimilitud que muestra la posición filogenética de *A. cupressicola* en la sección *Bivelares*. Se indican los valores de bootstrap sobre las ramas, y la barra inferior señala el número de sustituciones de nucleótidos por cada sitio. Para cada espécimen se indican el número de Genbank, el número de herbario y el nombre de la especie. Los especímenes cuyas secuencias se han generado en este estudio aparecen en negrita. Figura: J. C. Zamora.

colecciones fueron recolectadas a finales de noviembre y en diciembre.

#### Comentarios taxonómicos

En Europa, *A. cupressicola* se diferencia bien del resto de las especies de *Agaricus* sección *Bivelares* (Kauffman) L.A. Parra por su anillo súpero, fuerte enrojecimiento y esporas de pequeño tama-

ño. Macroscópicamente, se puede confundir con *A. bisporus* (J.E. Lange) Imbach con el que comparte el mismo tipo de hábitat, y con el que en ocasiones, como ocurrió con la colección de Sestao, puede crecer mezclado (Figs. 6-7). No obstante, *A. bisporus* tiene basidios bispóricos y esporas mucho mayores (6,5-6,9-7,5 x 5-5,5-6  $\mu$ m).



Por otro lado, se puede separar de los miembros europeos de *Agaricus* sección *Sanguinolenti* Jul. Schäff & F.H. Møller ex L.A. Parra, como circunscrita por PARRA (2008) por sus queilocistidios frecuentemente septados en la base (con 1-3 septos), contexto que no ennegrece con el tiempo, esporas menores de 5 µm de grosor y su anillo delgado y liso en la cara inferior y el estípito no escamoso por debajo del anillo.

### Comentarios filogenéticos

Por su anillo súpero y carne enrojeciente esta especie ha sido tradicionalmente incluida en la sección *Sanguinolenti*. Sin embargo, de acuerdo con los análisis filogenéticos de CHALLEN & al. (2003) *Agaricus cupressicola* era un miembro de la sección *Bivelares*. No obstante, en dichos análisis *A. cupressicola* se encontraba (como única especie) en un clado separado del resto de los miembros de la sección *Bivelares* y no se incluyó material tipo. Más tarde, los análisis filogenéticos de KERRIGAN & al. (2008), que incluían la secuencia del holotipo, confirmaron su pertenencia a la sección *Bivelares* al tiempo que describían también más especies de esta sección con anillo súpero, por lo que este carácter morfológico no parece ser crucial para separar esta sección de otras secciones, con contexto enrojeciente y olor banal, como la sección *Sanguinolenti*.

Aunque no se ha encontrado ningún carácter morfológico que unifique todas las especies de la sección *Bivelares* y las distinga de la sección *Sanguinolenti*, filogenéticamente ambas secciones se diferencian muy bien (Fig. 8).

### AGRADECIMIENTOS

A József Geml y Ruilin Zhao por la secuenciación de las tres colecciones españolas de *Agaricus cupressicola*.

A Juan Carlos Zamora por la elaboración de la figura del árbol filogenético.

### REFERENCIAS

BON, M. (1987). *Novitates. Doc. Mycol.* 17(67): 11-13.

- CHALLEN, M., R.W. KERRIGAN & P. CALLAC (2003). A phylogenetic reconstruction and emendation of *Agaricus* section *Duploannulatae*. *Mycologia* 95: 61-73.
- CONTU, M. (1992). *Agaricales rare o interessanti dalla Sardegna*. II. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 17: 95-100.
- FELSENSTEIN J. (1989). PHYLIP - Phylogeny Inference Package (Version 3.2), *Cladistics* 5: 164-166.
- GRILLI, E. (1988). Il Genere *Agaricus* L.: Fr. in Abruzzo, II. *Agaricus cupressicola* Bon & Grilli. *Micol. Veg. Medit.* 3(2): 111-129.
- HEINEMANN, P. & J. RAMMELOO (1985). De la mesure des spores et son expression. *Agarica* 6: 366-380.
- HILLIS, D.M. & J.J. BULL (1993). An empirical test of bootstrapping as a method for assessing confidence in phylogenetic analyses. *Syst. Biol.* 42: 182-192.
- KERRIGAN, R.W., P. CALLAC, J. GUINBERTEAU, M.P. CHALLEN & L.A. PARRA (2005). *Agaricus* section *Xanthodermatei*: a phylogenetic reconstruction with commentary on taxa. *Mycologia* 97(6): 1292-1315.
- KERRIGAN, R.W., P. CALLAC & L.A. PARRA (2008). New and rare taxa in *Agaricus* section *Bivelares* (*Duploannulati*). *Mycologia* 100(6): 876-892.
- LANCONELLI, L. (2003). Note su alcuni *Agaricomyceti* rare in Emilia-Romagna. *Boll. Gruppo Micol. G. Bresadola (N.S.)* 46(2): 15-23.
- PARRA, L.A. (2008). *Agaricus L., Allopsalliota Nauta & Bas. Fungi Europaei 1*. Edizioni Candusso. Alasio.
- PARRA, L.A. (2013). *Agaricus L., Allopsalliota Nauta & Bas. Fungi Europaei 1A*. Candusso Edizioni s.a.s. Alasio.
- STAMATAKIS, A. (2006). RAxML-VI-HPC: Maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models. *Bioinformatics* 22(21): 2688-2690.
- WHITE T.J., T. BRUNS, S. LEE & J.W. TAYLOR (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics: 315-322. In: INNIS, M.A., D.H. GELFAND, J.J. SNINSKY & T.J. WHITE (ed.). *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Academic Press. New York.



# Hongos secotioides del género *Lepiota*: dos nuevas especies, dos nuevas combinaciones y reevaluación del género *Criborespora*

VIDAL, J.M.<sup>1</sup>, P. JUSTE<sup>2</sup>, F. GARCÍA<sup>3</sup>, J.-M. BELLANGER<sup>4</sup> & P.-A. MOREAU<sup>5</sup>

<sup>1</sup>C/ Massaballs, 10, E-17118 Sant Sadurn de L'Heura, Girona (España). E-mail: vidal.josepmaria@gmail.com

<sup>2</sup>Avda. Valladolid, 19, 1.º B, E-47320 Tudela de Duero, Valladolid (España). E-mail: neosecotium@yahoo.es

<sup>3</sup>C/ Rubia, 3, E-47310 Campaspero, Valladolid (España). E-mail: protoglossum@yahoo.es

<sup>4</sup>CEFE-CNRS, UMR 5175-Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive 1919, Route de Mende, F-34293 Montpellier cedex 5 (France). E-mail: jean-michel.bellanger@cefe.cnrs.fr

<sup>5</sup>EA 4483, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Université de Lille, BP83, 3 rue du Pr. Laguesse, F-59006 Lille cedex (France). E-mail: pierre-arthur.moreau@univ-lille2.fr

**Resumen:** VIDAL, J.M., P. JUSTE, F. GARCÍA, J.-M. BELLANGER & P.-A. MOREAU (2015). Hongos secotioides del género *Lepiota*: dos nuevas especies, dos nuevas combinaciones y reevaluación del género *Criborespora*. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 47-71. Se ilustran y describen dos diminutas especies de *Lepiota* secotioides halladas en España, *L. iberica* sp. nov. y *L. smurfiorum* sp. nov., y se presentan los estudios genéticos que demuestran su inclusión en *Lepiota* sect. *Lepiota*. También, como resultado del estudio del material tipo de *Secotium olbium* Tul. & C. Tul. (Francia) y de su comparación con *Criborespora tulostomoides* Pacioni & P. Fantini (Italia), se propone la sinonimia del género *Criborespora* con el género *Lepiota* y dos nuevas combinaciones, *Lepiota olbia* comb. nov. y *L. tulostomoides* comb. nov.

**Palabras clave:** Basidiomycota, *Criborespora*, *Cryptolepiota*, *Lepiota* sect. *Lepiota*, *Secotium*, taxonomía, filogenia molecular.

**Summary:** VIDAL, J.M., P. JUSTE, F. GARCÍA, J.-M. BELLANGER & P.-A. MOREAU (2015). Secotiid fungi of the genus *Lepiota*: two new species, two new combinations and a re-evaluation of the genus *Criborespora*. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 47-71. Two minute secotiid species of *Lepiota* found in Spain, *L. iberica* sp. nov. and *L. smurfiorum* sp. nov., are illustrated and described. Genetic studies support its inclusion in *Lepiota* sect. *Lepiota*. Also, after studying the type of *Secotium olbium* Tul. & C. Tul. (France) and comparing it with *Criborespora tulostomoides* Pacioni & P. Fantini (Italy), we synonymize the genus *Criborespora* with the genus *Lepiota* and propose two new combinations, *Lepiota olbia* comb. nov. and *L. tulostomoides* comb. nov.

**Keywords:** Basidiomycota, *Criborespora*, *Cryptolepiota*, *Lepiota* sect. *Lepiota*, taxonomy, molecular phylogeny.

**NOTA:** Un esbozo de este estudio fue presentado en el "VI Encuentro Internacional de Micología del Arco Atlántico" celebrado en Maliaño (Cantabria) del 28 de octubre al 1 de noviembre de 2011, organizado por la Sociedad Micológica Cántabra.

## INTRODUCCIÓN

Detectar la presencia de hongos hipogeos con la ayuda de perros especialmente adiestrados es sumamente fácil, pero no lo es tanto distinguirlos de entre la tierra una vez los han marcado los perros con su olfato, y aún lo es menos si estos hongos tienen un tamaño especialmente reducido y además se desintegran con facilidad. Éste es el caso de dos especies diminutas de hongos secotioides cuyo pie no supera 1 cm de altura y cuyo píleo globoso es igual o inferior a 0,6 cm de

diámetro. Estos dos hongos semihipogeos fueron hallados por dos de los autores (Fausto García y Pablo Juste), uno en un pastizal de la provincia de Segovia a 1.100 m de altitud, y el otro, de similar morfología, entre gramíneas en claros de pinares (*Pinus pinea* y *P. pinaster*), en las provincias de Segovia y de Valladolid, a unos 800 m de altitud.

Ambas especies, en un primer análisis y después de estudiar la morfología esporal (esporas verrugosas y poradas), fueron identificadas como pertenecientes al género *Criborespora* Pacioni & P.



Especie	Número de herbario	Códigos GenBank	Especie	Número de herbario	Códigos GenBank
<i>L. alba</i>	PAM95082604	KT315649	<i>L. oreadiformis</i>	PAM14110915	KT315651
<i>L. iberica</i>	JMV800332	KT315646	<i>L. smurfiorum</i>	JMV800331	KT315647
<i>L. laevigata</i>	PAM14110916	KT315652	<i>L. sublaevigata</i>	PAM02081205	KT315650
<i>L. ochraceodisca</i>	PAM02111802	KT315648			

Fig. 1. Tabla de especies y números de acceso a las nuevas secuencias de GenBank.

Fantini. La especie tipo, *C. tulostomoides* Pacioni & P. Fantini, se caracteriza por los diminutos basidiomas secotioides de gleba granulosa, y por las esporas verrugosas de superficie finamente porada. Esta interesante especie fue hallada por Paolo Fantini a principios de diciembre de 1999 en la isla de Cerdeña (Italia), bajo *Cistus*, *Pinus* y *Eucalyptus* (PACIONI & FANTINI, 1999). Otra especie secotioide de pequeño tamaño, pero olvidada por autores posteriores, es *Secotium olbium* Tul. & C. Tul., que se diferencia de la anterior por la gleba laberíntica, aparentemente no granulosa. Fue recolectada por los hermanos Tulasne a finales de diciembre de 1844 en la región de Var (Francia), bajo hojas de *Quercus suber* (TULASNE & TULASNE, 1845).

La independencia sistemática de los géneros secotioides incluidos en la familia *Agaricaceae* s. l. fue reevaluada estos últimos años con la publicación de diversos estudios filogenéticos, como los de VELLINGA (2002) y VELLINGA & al. (2003) que revelan que la especie tipo del género *Endophtychum* Czern., *E. agaricoides* Czern., debe formar parte del género agaricoide *Chlorophyllum* Masee, o el de GEML & al. (2004) que demuestra que *Gyrophragmium dunalii* (Fr.) Zeller y *G. texense* (Berk. & M.A. Curtis) Masee deben formar parte del género *Agaricus* L. Recientemente, KROPP & al. (2012) crean el género *Cryptolepiota* Kropp & Trappe con 3 especies gasteroides descubiertas bajo *Cercocarpus*, en zonas áridas del oeste de los Estados Unidos de Norteamérica (California, Idaho y Utah): *C. americana* (Kropp & L.J. Hutchison) Kropp (= *Gigasperma americanum*), *C. microspora* Kropp & Albee-Scott y *C. mengei* Kropp & Castellano. Todas ellas con esporas lisas, de elipsoides a globosas, relacionadas filogenéticamente la sec-

ción *Lepiota* del género *Lepiota* (Pers. : Fr.) Gray, en particular con el grupo de *L. clypeolaria* (Bull. : Fr.) P. Kumm. *Cryptolepiota americana* fue separada por estos autores del género australiano *Gigasperma* E. Horak, y la especie tipo de este género, *G. cryptica* E. Horak, fue revelada por los mismos como afín al género *Cortinarius* (Pers.) Gray. Seguidamente, GE & SMITH (2013) recombinan *Amogaster viridiglebus* Castellano, especie también gasteroide, hallada en California bajo *Populus*, de esporas lisas, de amigdaliformes a subfusiformes (CASTELLANO, 1995), como *Lepiota viridigleba* (Castellano) Z.W. Ge & M.E. Sm., situándola en el grupo de *L. ignivolata* Bousset & Joss. ex Joss., también en la sección *Lepiota* (Fig. 2). Basándose en argumentos filogenéticos, LEBEL & VELLINGA (2013) incluyen las 3 especies de *Cryptolepiota* en el género *Lepiota*, con las nuevas combinaciones: *L. geocarpa* Vellinga & T. Lebel (= *C. americana*), *L. geophana* Vellinga & T. Lebel (= *C. microspora*) y *L. mengei* (Kropp & Castellano) T. Lebel & Vellinga (= *C. mengei*), situándolas en dos clados distintos dentro del grupo de *L. oreadiformis* Velen. (Fig. 2). Al mismo tiempo, describen de Australia a la especie gasteroide *L. geogenia* T. Lebel & Vellinga, de esporas lisas, de amigdaliformes a fusiformes, situándola también en la sección *Lepiota*, pero en un clado aparte junto a dos especies agaricoides tailandesas (Fig. 2). Lo que representa que, hasta este momento, se conocen cuatro procesos evolutivos de gasteromicetización independientes dentro del género *Lepiota*.

Una especie europea de *Lepiota* secotioide, de esporas lisas, de amigdaliformes a subfusiformes, que se halla en un estado incipiente de gasteromicetización, en donde aún es posible apreciar la es-

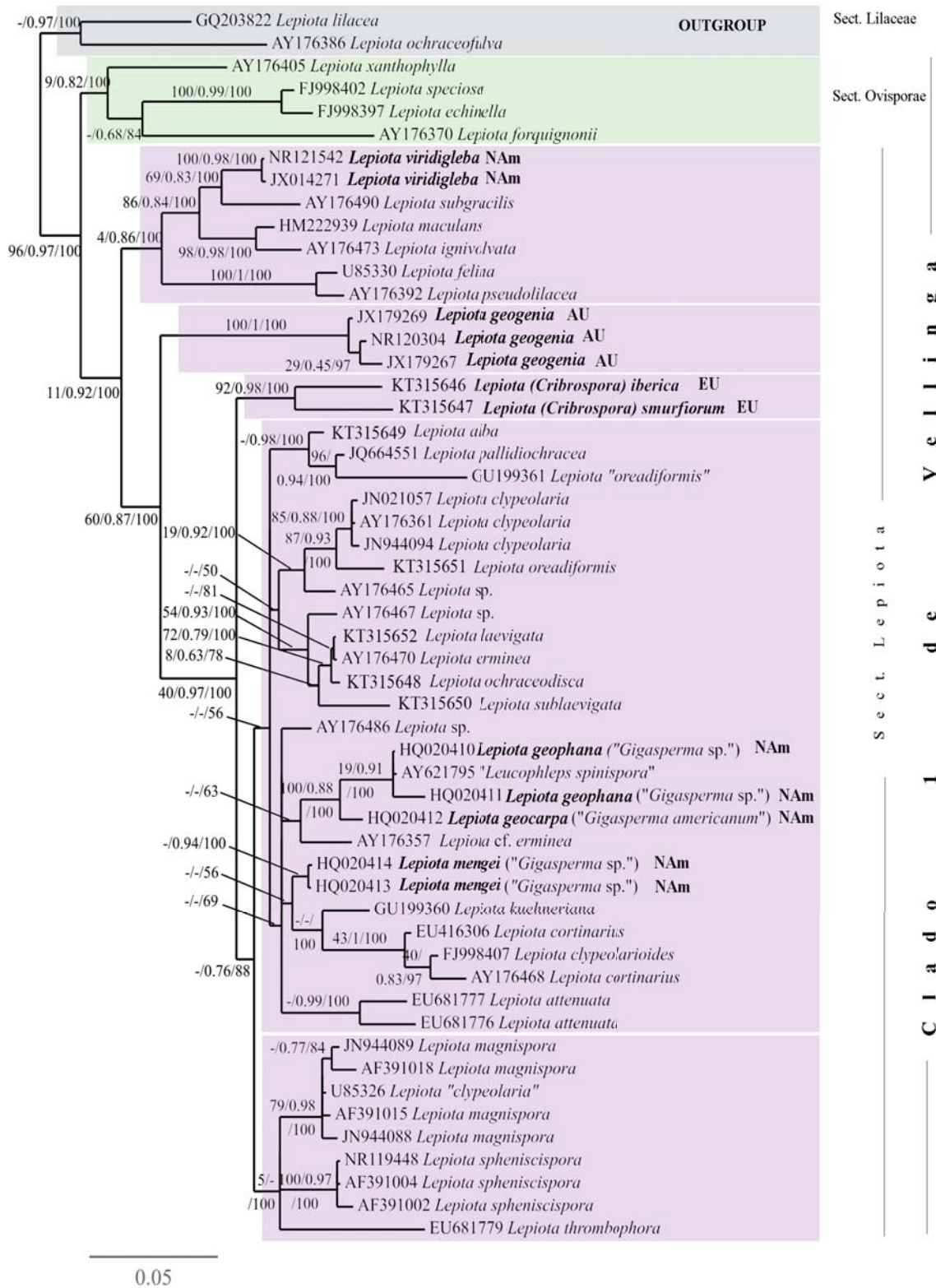


Fig. 2. Árbol filogenético de Inferencia Bayesiana de las secuencias ITS y LSU de *Lepiota* sect. *Lepiota* s. l., con *L. lilacea* y *L. ochraceofulva* como grupo externo. Para cada especie se indican el número de secuencia en GenBank y para las especies secuestradas, en negrita, el continente de origen (AU = Australia, EU = Europa, NAm = Norteamérica).



estructura laminar del himenio, es *L. sardoa* (Padovan & Contu) Vila & Castellón. Fue descrita inicialmente de Cerdeña por PADOVAN & CONTU (2001) como *Notholepiota sardoa* Padovan & Contu y posteriormente reencontrada en España por VILA & CASTELLÓN (2003), de la que no existen datos moleculares para determinar su filogenia, pero que también podría pertenecer a la sección *Lepiota* (VILA & CASTELLÓN, 2003).

A nivel microscópico, si las esporas de *Endophtychum* recuerdan las del género *Chlorophyllum* Masee, y las de *Gyrophragmium* Mont. las del género *Agaricus* L., parece menos predecible la afinidad del género *Criborespora*, considerando la anatomía particular de sus esporas (verrugosas, globosas, con el exosporio perforado y la pared esporal gruesa), con el grupo de *Lepiota clypeolaria*, de esporas lisas, de elipsoides a fusiformes y de pared delgada (CANDUSSO & LANZONI, 1990; BON, 1993; VELLINGA, 2001). No obstante, ya TULASNE & TULASNE (1845) insinuaron la afinidad de *Secotium olbium* con el género *Lepiota*, al comparar sus ejemplares con un pequeño "*Agaricus cristatus*" (*Lepiota cristata* [Bolton : Fr.] P. Kumm.). También conviene destacar la reacción dextrinoide de las esporas de *C. tulostomoides* descrita por PACIONI & FANTINI (1999), comparable a las de muchas especies de *Lepiota* s. l.

De las especies europeas *Secotium olbium* y *Criborespora tulostomoides* sólo se conocen las recolecciones tipo, de las cuales sólo hemos podido estudiar el material de *S. olbium* depositado en el herbario del Laboratorio de Criptogamia del Museo Nacional de Historia Natural de París (PC, Francia). No obstante, el análisis molecular de nuestras recolecciones atribuidas a representantes del género *Criborespora* nos permite precisar su posición filogenética dentro del género *Lepiota*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Análisis morfológicos

El presente estudio se ha realizado a partir de las recolecciones efectuadas en España por Faustino García y Pablo Juste, y de la consulta del material tipo de *Secotium olbium* depositado en el herbario Tulasne de París (PC). El material de herbario se ha estudiado previa rehidratación con hidrato de cloral, amoníaco al 10% o KOH al 3% y

para su tinción se ha utilizado rojo Congo amoniacal, reactivo de Melzer, azul de cresilo o azul de metileno y azul de lactofenol. El estudio microscópico se ha realizado con la ayuda de un microscopio Carl Zeiss Jena Jenaval, con dispositivo DIC, acoplado a una cámara digital réflex Pentax \*istD (6,1 Mpx) o Pentax K-20 (14,6 Mpx) con control remoto. Las fotografías al microscópico electrónico se han realizado con un microscopio de rastreo Zeiss DSM-960A. Las mediciones se han realizado a partir de fotografías digitales con el programa Mycometre VA de G. Fannechère. La coloración de los basidiomas y esporas se ha descrito siguiendo la guía de colores "Methuen Handbook of Colour" (KORNERUP & WANSCHER, 1978), citado en las descripciones como K&W.

Las recolecciones y holotipos de las nuevas especies se conservan en el herbario del CeDocBiV de la Universidad de Barcelona (BCN-myc), y los isotipos en el herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas y Farmacéuticas de la Universidad de Lille (LIP, Francia).

### Análisis moleculares

La extracción de ADN y la amplificación han sido realizadas en el CEFÉ-CNRS (Montpellier, Francia) con el kit REDEExtract-N-Amptm Plant PCR (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) según las indicaciones del fabricante. Las regiones ITS y 28S del ADN nuclear ribosomal han sido amplificadas con los cebadores ITS-1F/ITS-4 (GARDES & BRUNS, 1996) y LR7/LR0R (VILGALYS & HESTER, 1990) respectivamente, y realizadas como se indica en RICHARD & *al.* (2014). Las amplificaciones de ambas cadenas han sido purificadas y secuenciadas por Eurofins Genomics (Ebersberg, Alemania). Los datos de secuencia en bruto fueron editados con el programa Codon Code Aligner 4.1.1 (CodonCode Corp., Centerville, MA, USA) y depositados en GenBank con los números de acceso detallados en la figuras 1 y 2.

Los análisis filogenéticos han sido realizados *online* en <http://www.phylogeny.lirmm.fr> (DEREPPER & *al.*, 2008). Los alineamientos múltiples han sido editados con la aplicación MUSCLE 3.7 (EDGAR, 2004). Los análisis filogenéticos de máxima verosimilitud (ML) han sido realizados con el pro-





grama PhyML 3.0 (GUINDON & *al.*, 2010), aplicando el modelo de evolución GTR + I +  $\Gamma$ .

El soporte de las ramas ha sido estimado con la versión Shimodaira–Hasegawa de la prueba de razón de verosimilitud (SH-aLRT) (ANISIMOVA & *al.*, 2011; BELLANGER & *al.*, 2015). Una inferencia bayesiana de la filogenia utilizando MrBayes 3.1.2 (RONQUIST & HUELSENBECK, 2003) ha sido realizada *online* en el CIPRES Science Gateway (<http://www.phylo.org>). La probabilidad posterior bayesiana (BPP) es considerada como significativa cuando es igual o superior al 95%.

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS MOLECULAR

VELLINGA (2001) divide al género *Lepiota* en 6 secciones: *L. sect. Lepiota* (con esporas fusiformes o amigdaliformes y pileipellis en tricodermis), *L. sect. Stenosporae* (J.E. Lange) Kühner (taxones estenosporados con pileipellis en tricodermis), *L. sect. Ovisporae* (J.E. Lange) Kühner (con esporas elipsoides y pileipellis en tricodermis simple o mixta), *L. sect. Lilaceae* Bon (taxones con esporas elipsoides o estenosporados y pileipellis en himenodermis), *L. sect. Fuscovinaceae* Bon & Candusso (con pileipellis formada por elementos septados) y *L. sect. Echinatae* Fayod (con pileipellis formada por cadenas de elementos globosos). Las especies de la sección *Lepiota* y parte de la sección *Ovisporae* constituyen el clado 1 de VELLINGA (2003), y las especies de la sección *Lilaceae* se sitúan en su base en una posición de resolución incompleta si sólo se estudia la región ITS.

Los problemas más críticos para interpretar los árboles filogenéticos son la incertidumbre en la identificación de muchas secuencias disponibles en GenBank, unas claramente mal identificadas a nivel genérico ("*Leucophleps spinispora*") y otras con nombres aún por confirmar (*L. cf. clypeolaria*, *L. cf. erminea*, *L. cf. oreadiformis*, *L. sp.*), y también la falta de secuencias disponibles para determinadas especies, que intentaremos completar con nuevas secuencias de ejemplares identificados por nosotros (*L. alba* [Bres.] Sacc., *L. laevigata* [J.E. Lange] J.E. Lange, *L. ochraceodisca* Bon, *L. oreadiformis* y *L. sublaevigata* Bon & Boiffard) (Fig. 1). En nuestro análisis también nos hemos esforzado en seleccionar las secuencias identificadas por especialistas

reconocidos, particularmente las publicadas por GE & SMITH (2013) y LEBEL & VELLINGA (2013).

La topografía de un árbol filogenético está muy condicionada por la selección de diversas secuencias como grupos externos (outgroups). Nuestro árbol filogenético de inferencia bayesiana de las secuencias ITS se basa en el clado 1 de Vellinga, seleccionando a *Lepiota lilacea* Bres. y *L. ochraceofulva* P. D. Orton (sección *Lilaceae*) como grupo externo (Fig. 2). En él podemos ver que el clado sect. *Lepiota* s. l. ilustra un grupo con radiación adaptativa, tal como se deduce de la topografía en rastro de sus ramas, con valores de arranque poco elevados. En el análisis filogenético se observa que las dos especies de *Lepiota* secuestradas europeas, *L. iberica* y *L. smurfiorum*, tienen un origen filogenético distinto al de las especies norteamericanas *L. geocarpa*, *L. geophana* y *L. mengei*. Cabe destacar, no obstante, la alta variabilidad en las secuencias disponibles de las especies de *Lepiota* secuestradas norteamericanas, especialmente en algunos locus hipervariables de las regiones ITS1 y ITS2, si la comparamos con la variabilidad de las especies *Lepiota* agaricoides relacionadas, de menor diversidad genética. En un análisis puramente morfológico, existen evidentes diferencias entre las especies norteamericanas (*L. geocarpa*, *L. geophana* y *L. mengei*) y las europeas (*L. iberica*, *L. smurfiorum*, *L. olbia* y *L. tulostomoides*). El basidioma de las especies norteamericanas es de tipo gasteroide, carente de pie, y mide de 1,5-4 cm de diámetro, mientras que en las europeas es de tipo secotioide, con un píleo diminuto, de 0,2-0,6 cm de diámetro. A nivel microscópico, todas las especies poseen hifas fibulíferas y esporas subglobosas o globosas, con una gruesa pared esporal, pero son lisas y con el endosporio metacromático en las especies norteamericanas; y verrucosas, finamente poradas y con el endosporio ortocromático en las europeas. En nuestro árbol filogenético no hemos podido situar ninguna especie agaricoide en el grupo de *L. iberica* y *L. smurfiorum*, posiblemente por haber desaparecido sus ancestros, formándose así un clado aislado en un quinto proceso de gasteromicetización independiente dentro de *Lepiota* sect. *Lepiota*, originado en este caso en el sur de Europa.

## TAXONOMÍA

***Lepiota iberica*** J.M. Vidal & P. Juste, sp. nov.

MycoBank: MB813856

### Diagnosis

*Basidiomata semihypogeous, secotioid, 8-12 mm high. Pileus globose, 3-5 mm diam., dry, fibrillose, woolly, with adhering sand, initially white, then stained of reddish brown (K&W 8D5-8D6), darker in the center. Peridium closed, thin, 50-100 µm thick, not changing of colour when bruising. Gleba initially labyrinthiform, greenish yellow or yellow grey, and finally disintegrated, brownish yellow (sand) (K&W 2B2-3B3-4B4), yellow grey, brown cinnamon or grayish brown in exsiccatum (K&W 4B3-6D6-6E3). Chambers minute, empty, 0,3-0,7 mm width. Septa 70-140 µm thick, of the same color as the gleba. Stipe-columella first conical, then cylindrical, 4-10 x 1,5-2 mm, fibrillose, white, with the basis reddish brown like the pileus, not percurrent, penetrating less than 1 mm in the gleba (like in *Tulostoma Pers.*: *Pers.* or in *Torrendia Bres.*), unbranched and unconnected with the peridium, readily separable, caducous. Odor not observed (Figs. 3-4).*

*Spores orthotropic, verrucose, gibbose, globose, 9-14 µm diam. (ornamentation included) or 8-12 µm (ornamentation excluded), Q = 1, guttulated, hyaline, pale yellow-green coloured. Ectosporium very thin, membranous, transparent, metachromatic, with tiny depressions of 0,3-0,5 µm diam in the surface. Exosporium verrucose, finely pored. Pores about 0,1 µm diam. Warts polygonal, of 4-6 sides, of conical-truncate or hemispherical profile, 1-2,5 µm high x 1,5-4,5 µm broad (7-9 warts in the periphery). Spore wall 1,4-2 µm thick, formed by a greenish yellow episporium of two layers, and a hyaline, pallid, refringent, orthochromatic endosporium. Spores dextrinoid, congophilic, stained intensely of blue with cresyl blue, methylene blue or cotton blue, specially the episporium. No germ pore. Hymenium covered by 1-3 clamped, septate, piriform, globose or vesiculose sterile cells, 10-40(-50) µm diam. Basidia bisporic, claviform, 10-26 x 6-12 µm, with basal clamps, soon collapsed. Peridial and tramal hyphae banal, interwoven, clamped, 2-12 µm diam., with metachromatic wall. Some oleiferous hyphae are observed in the hymenial trama. Hyphae of the stipe clamped, 1,5-12 µm diam., arranged in dense*

*longitudinal fascicles (Figs. 5-11). Holotype: Spain, Valladolid, Tudela de Duero, near the sand mine of Juarros, 740 m, in a grassy clearing among *Pinus pinea* and *P. pinaster*, on sandy soil, 12-XI-2005, leg. P. Juste, JMV800332 (BCN-myc); Isotype: LIP-0000321.*

### Etimología

De "Iberia" nombre con el cual se conocía a la Península Ibérica en la antigua Grecia.

**Material estudiado:** ESPAÑA, CASTILLA Y LEÓN, SEGOVIA: entre Cuéllar y Sanchonuno, 800 m, entre gramíneas, en un claro herboso de un pinar, con *Pinus pinea* y *P. pinaster*, en substrato arenoso, 12-XI-2005, leg. F. García, JMV800337. VALLADOLID: Tudela de Duero, cerca de la Arenera de Juarros, 740 m, entre gramíneas, en un claro herboso de un pinar de *Pinus pinea* y *P. pinaster*, en substrato arenoso, 12-XI-2005, leg. P. Juste, JMV800332 (*Holotypus*); *Ibidem*, 14-XI-2005, leg. P. Juste, JMV800338; *Ibidem*, 16-XI-2005, leg. P. Juste, JMV800339; Aldeamayor de San Martín, cerca del Arroyo Sangüeño, 750 m, entre gramíneas, en un claro herboso, con *Populus nigra*, *Pinus pinea* y *P. pinaster*, en substrato arenoso, 18-XI-2005, leg. P. Juste, JMV800340.

### Descripción

Basidioma secotioide, semihipogeo, de 8-12 mm de altura, de desarrollo subterráneo semejante al de un *Tulostoma*, de modo que, al desarrollarse el pie, emerge el píleo del sustrato. Píleo globoso, de 3-5 mm de diámetro, seco, fibriloso, lanoso, con granos de arena pegados a la superficie. Inicialmente es de color blanco, luego se mancha de color pardo rojizo (K&W 8D5-8D6), más oscuro en el centro. En los ejemplares jóvenes el margen inferior se halla fusionado al pie y, cuando han completado su desarrollo, se halla escasamente separado o en contacto con el pie, pero sin unirse a éste. Peridio delgado, de 50-100 µm de grosor, que no cambia de color al roce. Se mantiene cerrado en todo momento, incluso en la zona inferior del píleo que envuelve al pie. Gleba laberintiforme que, en *exsiccata*, se disgrega con facilidad con la manipulación, siendo finalmente granulosa pero no pulverulenta. En los ejemplares frescos al principio es de color amarillo verdoso o amarillo grisáceo y finalmente amarillo parduzco

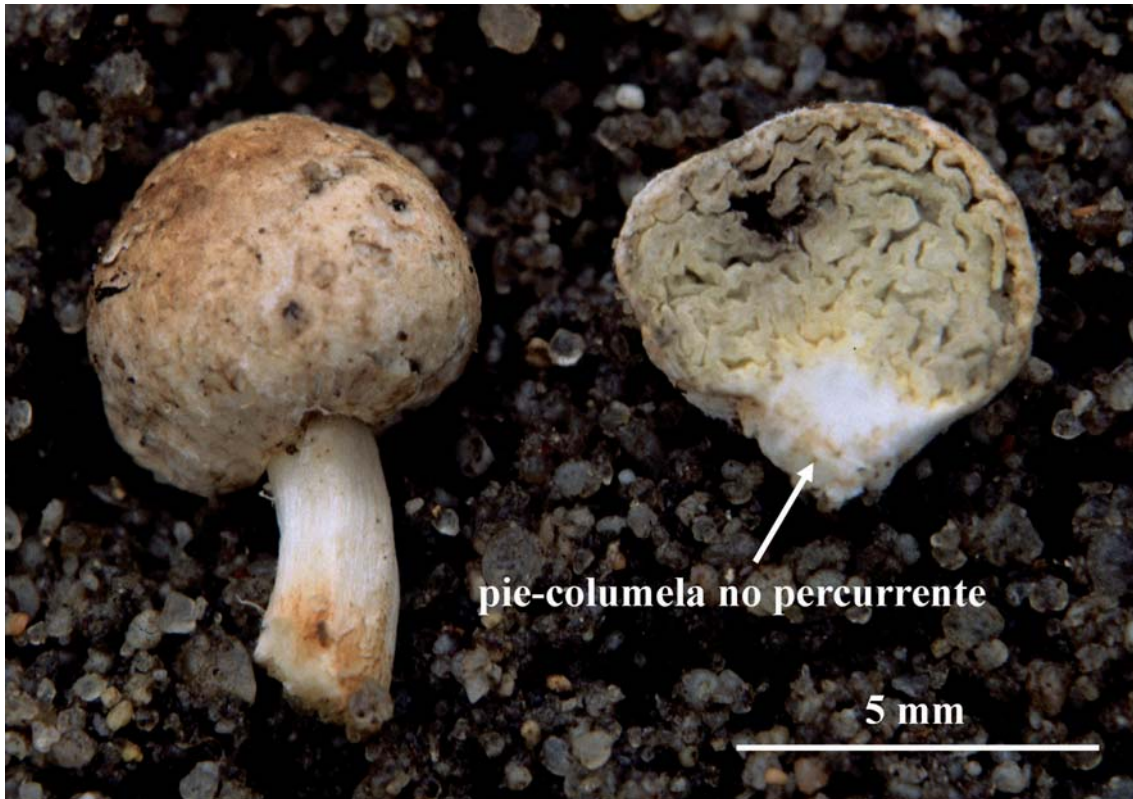


Fig. 3. *Lepiota iberica*. Basidiomas en su hábitat, donde se puede ver un ejemplar adulto, y uno de joven con el pie-columela aún incipiente, no percurrente, y la gleba laberintiforme de color amarillo verdoso (JMV800332, holotipo). Foto: P. Juste.



Fig. 4. *Lepiota iberica*. Basidiomas en su hábitat, donde se puede ver la gleba de color amarillo parduzco de un ejemplar maduro y la inserción del pie con el píleo. A la derecha, un ejemplar que ha perdido el pie, donde se puede apreciar el punto de inserción (JMV800332, holotipo). Foto: P. Juste.

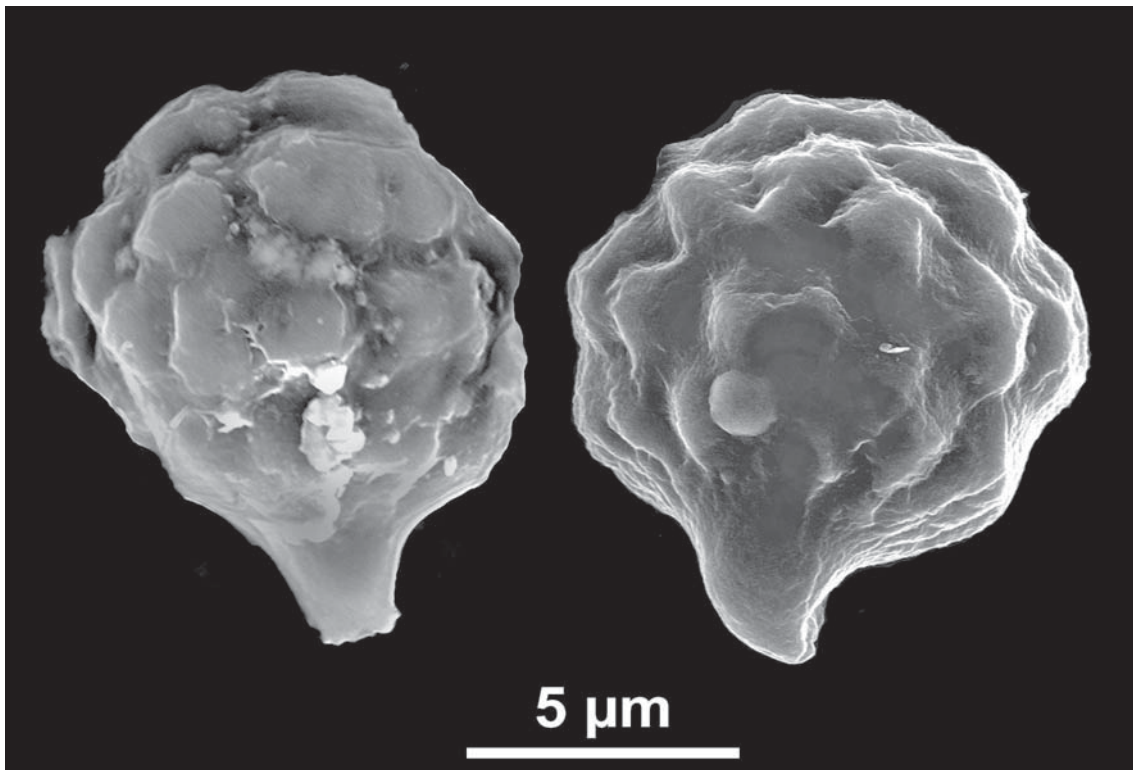


Fig. 5. *Lepiota iberica*. Esporas vistas al SEM, donde se pueden apreciar las grandes verrugas y algunas depresiones circulares en el ectosporio, que indican la presencia de poros en el exosporio subyacente (JMV800332, holotipo). Foto: UdG y C. Roqué.

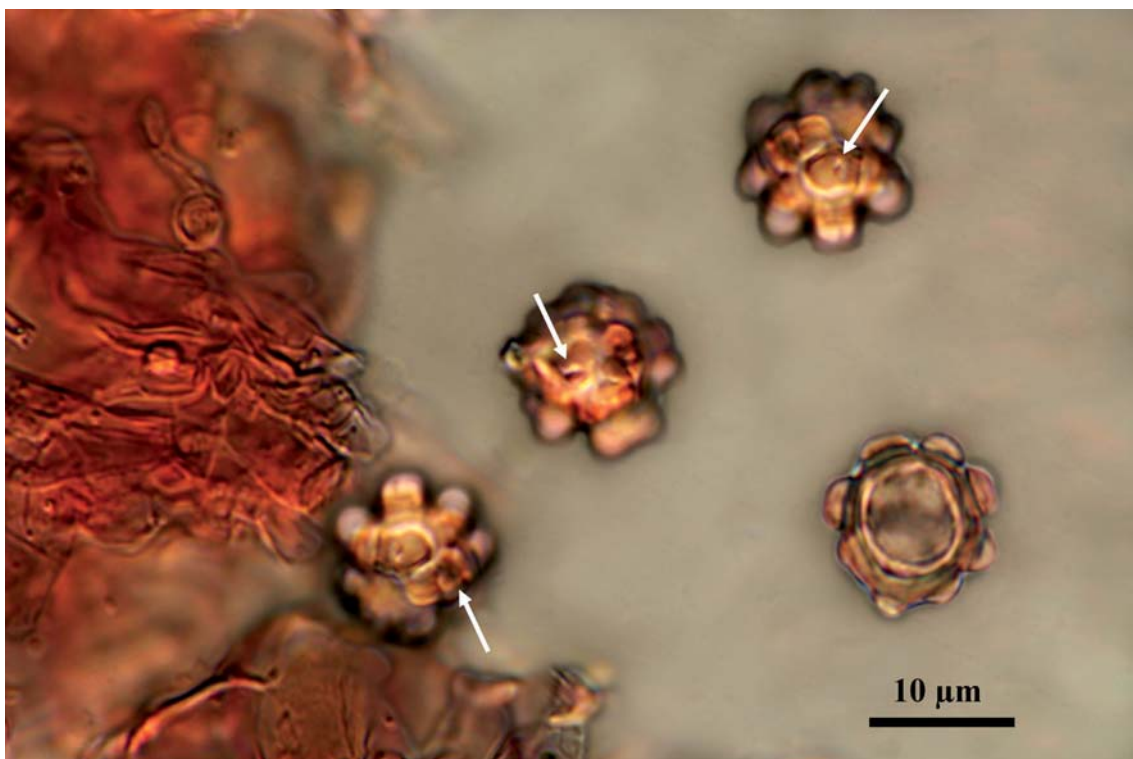


Fig. 6. *Lepiota iberica*. Esporas teñidas con rojo Congo amoniacal vistas en DIC, donde se pueden apreciar diminutas depresiones circulares en la superficie esporal (JMV800332, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

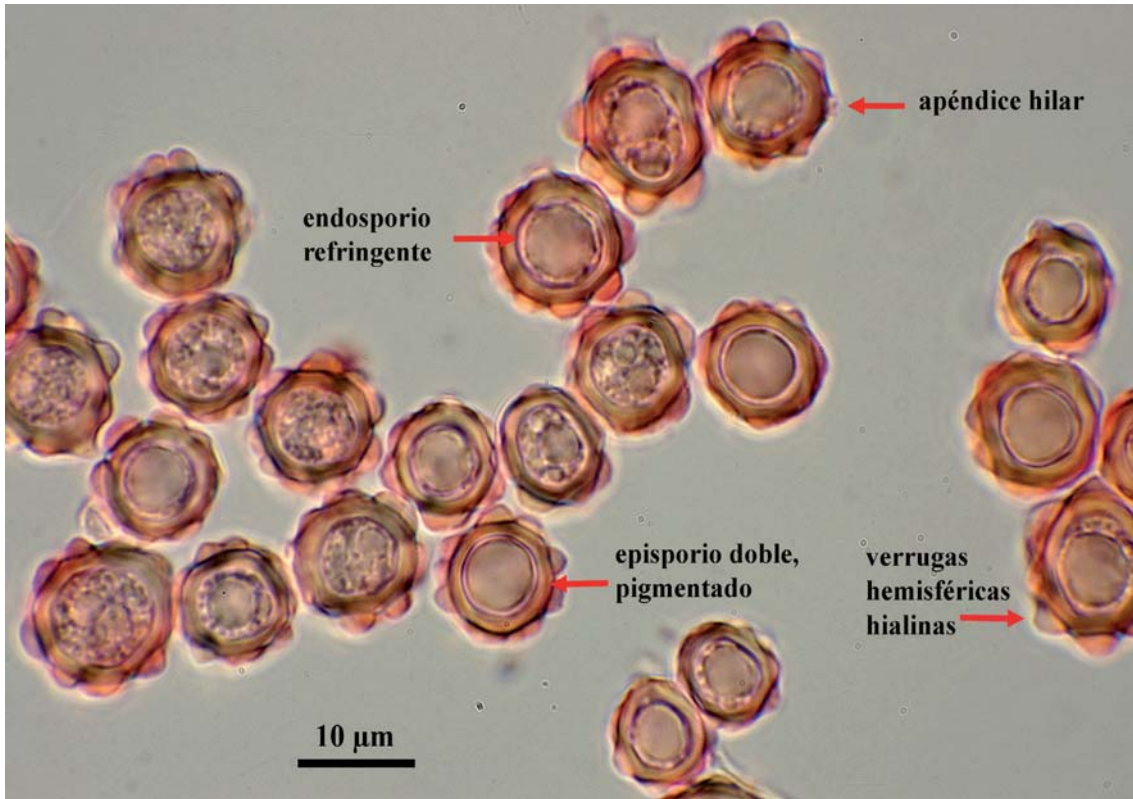


Fig. 7. *Lepiota iberica*. Esporas teñidas con rojo Congo amoniacal, donde se pueden apreciar las distintas capas esporales (JMV800332, holotipo). Foto: J. M. Vidal.

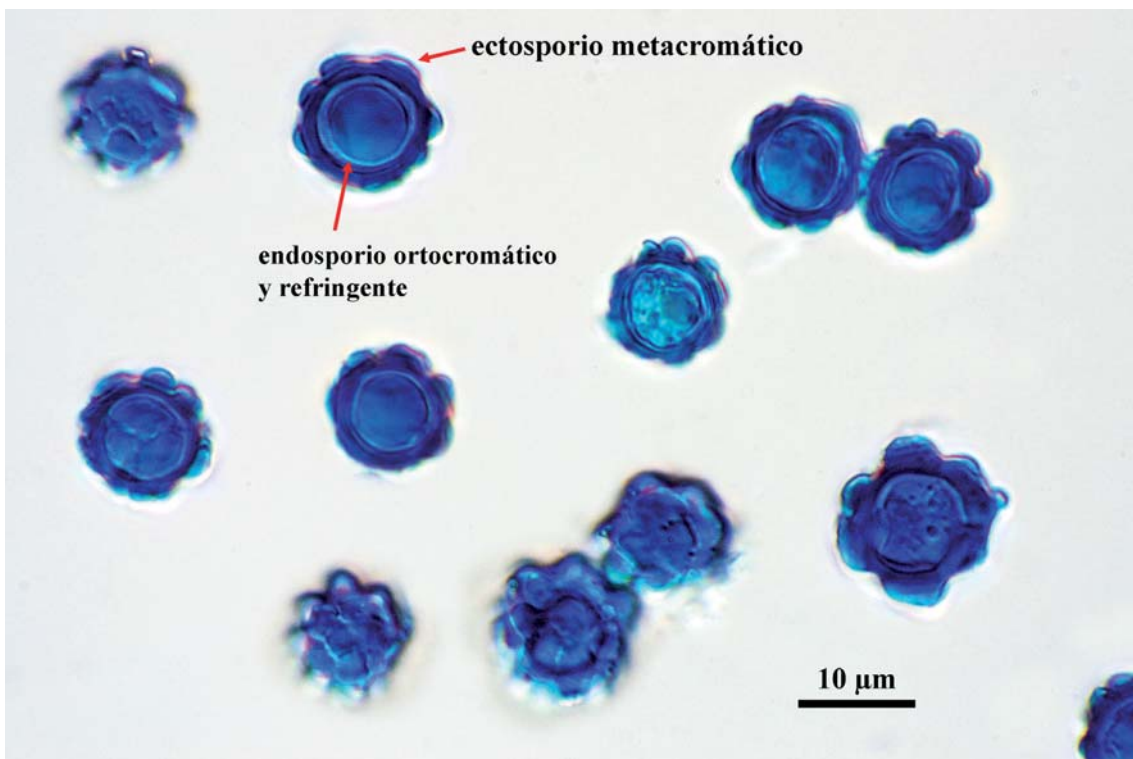


Fig. 8. *Lepiota iberica*. Esporas teñidas con azul de cresilo, donde se puede apreciar la reacción metacromática de color violeta del ectosporio, y el endosporio ortocromático y refringente. (JMV800332, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.



Fig. 9. *Lepiota iberica*. Himenio teñido con rojo Congo. (JMV800337). Foto: J. M. Vidal.

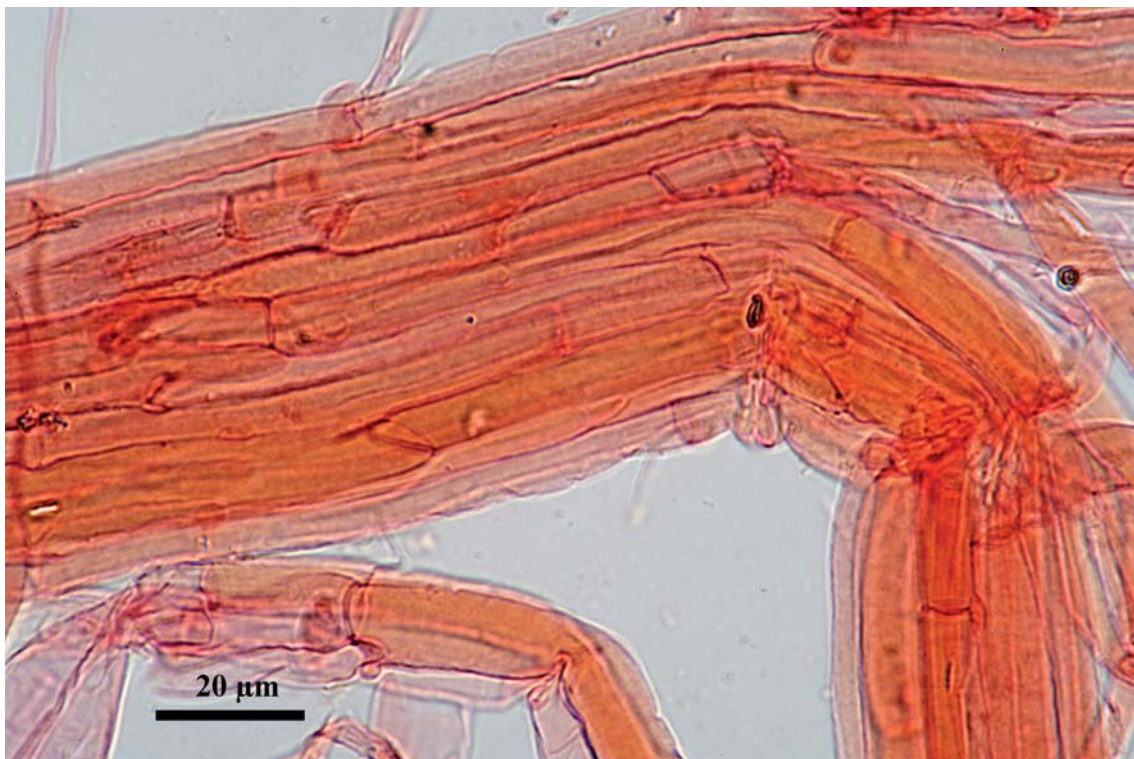


Fig. 10. *Lepiota iberica*. Haces de hifas del pie-columela teñidas con rojo Congo (JMV800337). Foto: J. M. Vidal.

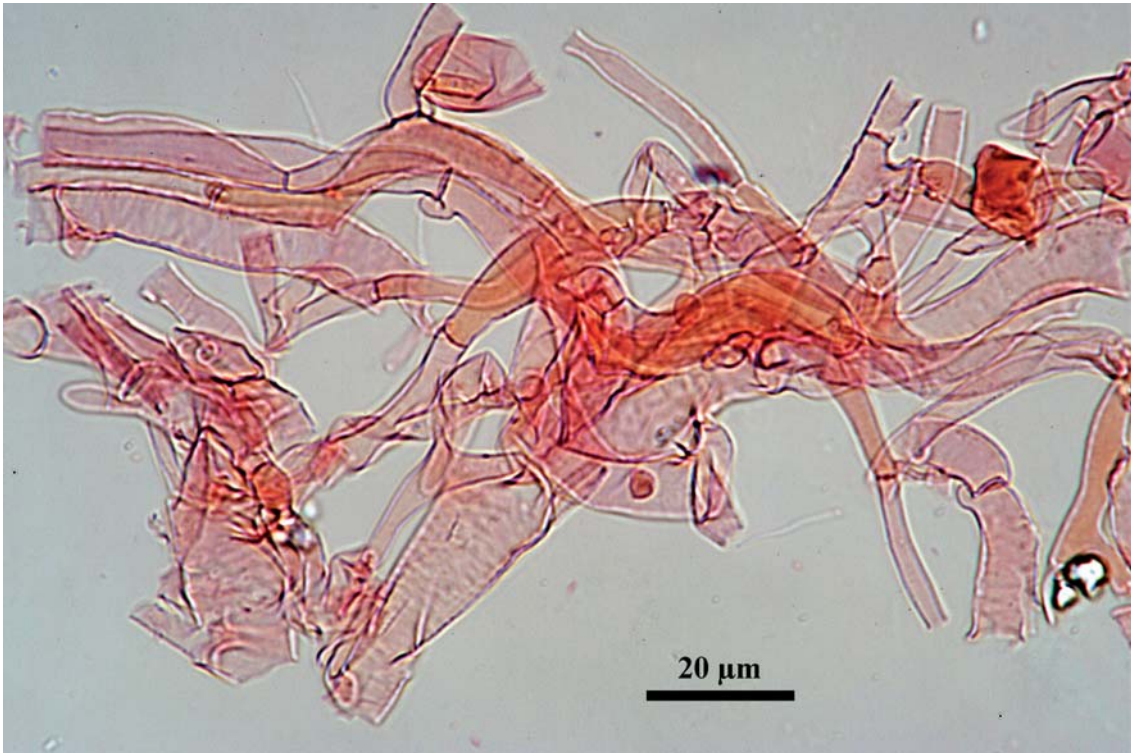


Fig. 11. *Lepiota iberica*. Hifas de la peridiopellis teñidas con rojo Congo (JMV800337). Foto: J. M. Vidal.

(color arena) (K&W 2B2-3B3-4B4) y, en *exsiccata*, de color amarillo grisáceo, pardo canela o pardo grisáceo (K&W 4B3-6D6-6E3). Cámaras diminutas, vacías, de 0,3-0,7 mm. Septos del mismo color que la gleba, de 70-140  $\mu\text{m}$  de grosor. Pie-columela inicialmente cónico, luego cilíndrico, de 4-10 x 1,5-2 mm, no percurrente, penetrando menos de 1 mm en la gleba, acabado abruptamente en forma semiesférica, como en *Tulostoma* o en *Torrendia*, sin ramificaciones y sin conectar con el peridio. Es longitudinalmente fibriloso, de color blanco, y tiene la base manchada de color pardo rojizo, como el píleo. Se separa con facilidad del píleo (caduco), por lo que muchas veces sólo se encuentra el píleo, que muestra una pequeña cavidad basal correspondiente al punto de inserción con el pie. Olor no detectado. (Figs. 3-4).

Esporas verrugosas, gibosas, ortotrópicas, globosas, de 9-14  $\mu\text{m}$  de diámetro (ornamentación incluida) o 8-12  $\mu\text{m}$  (ornamentación excluida),  $Q = 1$ . Son gutuladas, hialinas, de color amarillo verdoso pálido al M.O., y se pueden distinguir 5 capas. Un fino ectosporio membranoso y transparente, que

las recubre en su totalidad, de reacción metacromática (reacción violeta con azul de cresilo o azul de metileno). En su superficie se pueden apreciar diminutas depresiones circulares semejantes a poros, de 0,3-0,5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Ya inmaduras tienen el exosporio verrugoso, finamente porado, el cual se desarrolla hasta formar grandes verrugas hialinas, amarillas (7-9 en vista periférica), de 1-2,5  $\mu\text{m}$  de altura y 1,5-4,5  $\mu\text{m}$  de anchura, de perfil cónico-truncado o hemisférico y de contorno poligonal, con 4-6 caras. Poros de aproximadamente 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro. Pared esporal de 1,4-2  $\mu\text{m}$  de grosor, formada por un episporio de color amarillo verdoso, constituido por dos capas, y un endosporio hialino, pálido, refringente, ortocromático en las esporas maduras (reacción nula con azul de cresilo). Son dextrinoides, congófilas y se tiñen intensamente de azul con azul de cresilo, azul de metileno o azul de algodón, especialmente el episporio. No se aprecia poro germinativo. Apéndice hilar corto. Basidios bispóricos, claviformes, de 10-26 x 6-12  $\mu\text{m}$ , fibulados en la base, pronto colapsados. Esterigmas rectos, de 4-10  $\mu\text{m}$  de longitud. Himenio tapizado de

células estériles, de 10-40(-50) x 8-26  $\mu\text{m}$ , piriformes, globosas o vesiculosas, septadas, con 1-3 septos fibulados. Hifas del peridio y trama himenial banales, entrelazadas, fibuladas, de 2-12  $\mu\text{m}$  de diámetro, de pared metacromática. Se ha observado alguna hifa oleífera en la trama himenial. Hifas del pie fibuladas, de 1,5-12  $\mu\text{m}$  de diámetro, dispuestas en densos haces longitudinales. (Figs. 5-11).

### Comentarios taxonómicos

*Lepiota iberica* presenta una coloración del píleo pardo rojiza semejante a la de *L. olbia*, pero el tamaño es muy superior, de 3-5 mm de diámetro. Carece de columela en el interior de la gleba, a diferencia de *L. olbia*, que tiene un pie-columela percurrente que se une al peridio por el centro del píleo. En *Lepiota iberica* la ornamentación esporal es muy visible, y está formada por grandes verrugas cónico-truncadas o semiesféricas de 1-2,5  $\mu\text{m}$  de altura, mucho más desarrolladas que en el resto de especies de *Lepiota* secotioides estudiadas.

***Lepiota smurfiorum*** J.M. Vidal & F. García, sp. nov.

Mycobank: MB813857

### Diagnosis

*Basidiomata semihypogeous, secotioid, 10-15 mm high. Pileus globose, 4-6 mm diam., dry, smooth, with adhering sand and traces of soil, pure white or with bluish hues by glebal transparency, and with ochraceous spots produced by contact of soil (K&W 5A2). Peridium closed, thin, 80-200  $\mu\text{m}$  thick, not changing of colour when bruising. Gleba initially labyrinthiform, bluish (K&W 21A4-21A5), and finally disintegrated, grey (K&W 21B1-21D1), brownish gray to yellowish brown in exsiccatum (K&W 5B3-5D4 to 5D6). Chambers minute, empty, 0,2-0,6 mm width. Septa 75-125  $\mu\text{m}$  thick, initially blue and finally greyish. Stipe-columella 5-10 x 1,5-2,8 mm, longitudinally fibrillose, blue or bluish white as the gleba, not percurrent, penetrating less than 1 mm in the gleba (like in *Tulostoma* or in *Torrendia*), unbranched and unconnected with the peridium, readily separable, caducous. Odor pleasant, fruity (Fig. 12).*

*Spores heterotropic, verrucose, ovoid to subglobose, 10-15 x 9-12  $\mu\text{m}$  (ornamentation included), Q = 1,25, or globose, 10-13  $\mu\text{m}$  diam. (ornamentation*

*included), Q = 1, often deformed, depressed, gibbose to asteriform, guttulated, hyaline, pale yellow-green colored. Ectosporium very thin, membranous, transparent, metachromatic, with tiny depressions of 0,3-0,5  $\mu\text{m}$  diam in the surface. Exosporium finely pored, initially smooth, then radially and transversally cracked, forming plane or rounded warts of reticulated aspect. Pores about 0,1  $\mu\text{m}$  diam. Warts polygonal of 4-6 sides, of dentiform profile, 0,4-1  $\mu\text{m}$  high x 1-3,5  $\mu\text{m}$  broad (10-15 warts in the periphery). Spore wall 1,2-2  $\mu\text{m}$  thick, formed by a greenish yellow episporium of two layers, and a hyaline, pallid, very refringent, orthochromatic endosporium. Spores dextrinoid, congophilic, and stain intensely of blue with cresyl blue, methylene blue or cotton blue, specially the episporium. Peri-hilar zone radially striate as some *Tulostoma*. No germ pore. Hymenium covered by 1-3 clamped, septate, piriform to vesiculose sterile cells, 14-35 x 10-23  $\mu\text{m}$ . Basidia bisporic, claviform, 13-28 x 8-12  $\mu\text{m}$ , with basal clamps, soon collapsed. Peridial and tramal hyphae banal, interwoven, clamped, 4-14  $\mu\text{m}$  diam., with metachromatic wall. Some oleiferous hyphae are observed in the hymenial trama. Hyphae of the stipe clamped, 2-8  $\mu\text{m}$  diam., arranged in dense longitudinal fascicles (Figs. 13-21). Holotype: Spain, Segovia, between Pedraza and Rades de Arriba, 1.100 m, in a pasture, on sandy siliceous soil, 5-XI-2005, leg. F. García, JMV800331 (BCN-myc); Isotype: LIP-0000322.*

### Etimología

De "smurf", nombre imaginario creado por el dibujante belga Peyo para denominar unos pequeños duendes azules de tocado blanco, originariamente conocidos como Les Schtroumpfs (PEYO, 1960) (The Smurfs, en inglés; Los Pitufos, en español).

**Material estudiado:** ESPAÑA, CASTILLA Y LEÓN, SEGOVIA: entre Pedraza y Rades de Arriba, 1.100 m, en un pastizal, en suelo arenoso, silíceo, 5-XI-2005, leg. F. García, JMV800331 (*Holotypus*).

### Descripción

Basidioma secotioide, semihipogeo, de 10-15 mm de altura, de desarrollo subterráneo semejante al de *Tulostoma*, de modo que, al desarrollarse el pie, emerge el píleo del sustrato. Píleo globoso, de 4-6 mm de diámetro, seco, liso, de color blanco



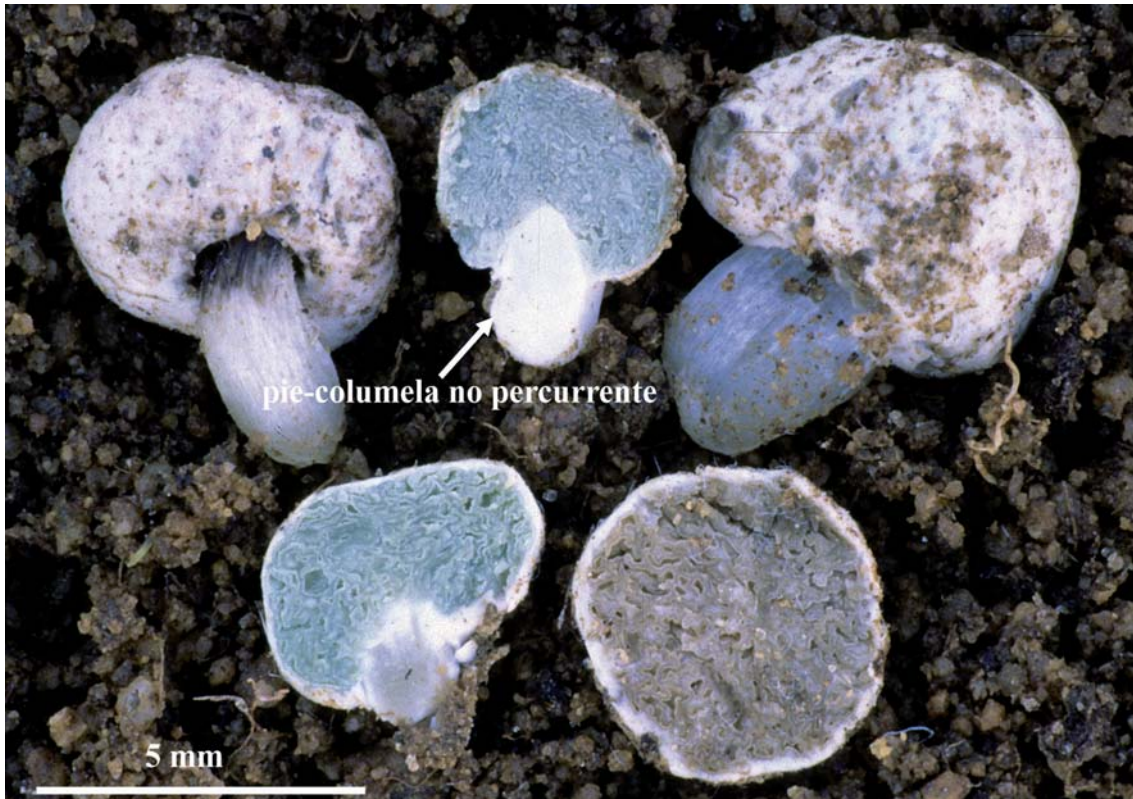


Fig. 12. *Lepiota smurfiorum*. Basidiomas en su hábitat, donde se puede ver el pie y la gleba de color azul de los ejemplares jóvenes, y la inserción del pie con el píleo: unido al margen en los ejemplares jóvenes, y separado en el ejemplar adulto (JMV800331, holotipo). Foto: F. García.

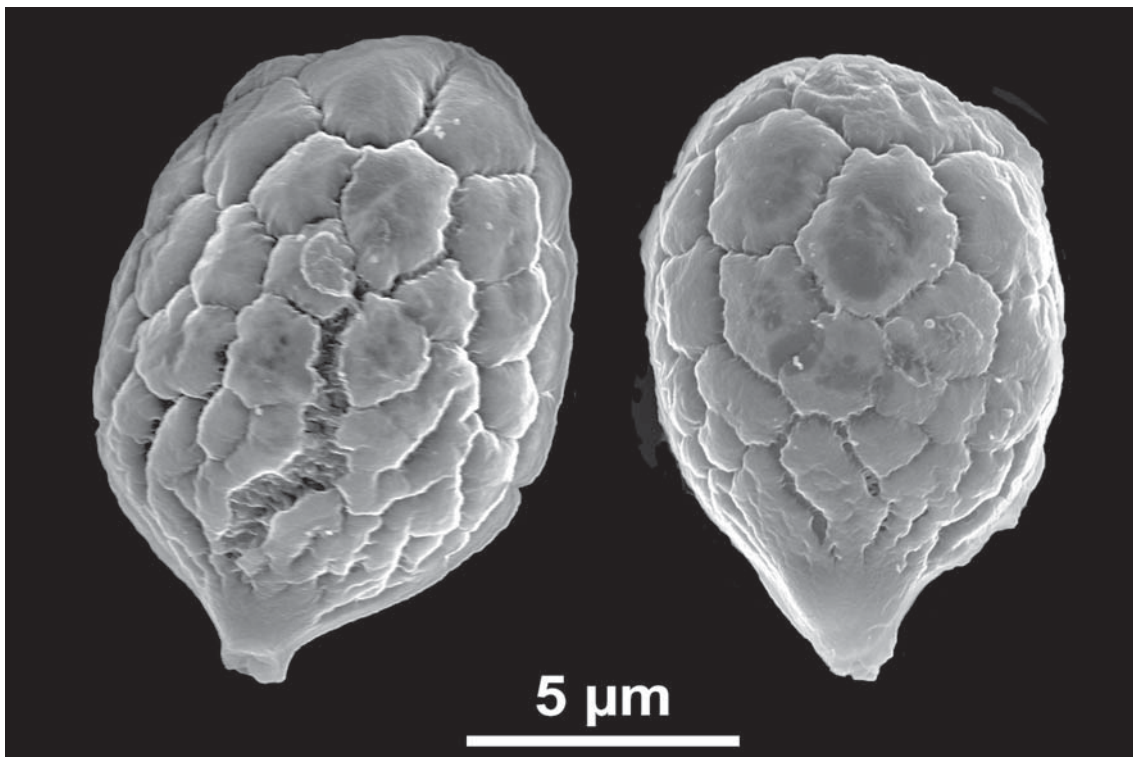


Fig. 13. *Lepiota smurfiorum*. Esporas inmaduras vistas al SEM, donde se pueden apreciar las grandes placas poligonales recubiertas por el ectosporio, las fisuras que se producen en el exosporio y la presencia de diminutos poros (JMV800331, holotipo). Foto: UdG y C. Roqué.



puro o con tonalidades azuladas por transparencia de la gleba, con granos de arena adheridos y manchas de tierra de color ocráceo (K&W 5A2). En los ejemplares jóvenes el margen inferior del píleo se halla unido al pie y, cuando han completado su desarrollo, se halla separado aproximadamente 0,3 mm. Peridio delgado, de 80-200  $\mu\text{m}$  de grosor, de color blanco, que no cambia de color al roce. Se mantiene cerrado en todo momento, incluso en la zona inferior del píleo que envuelve al pie. Gleba laberintiforme que, en *exsiccata*, se disgrega con facilidad con la manipulación, siendo finalmente granulosa pero no pulverulenta. Es de color azulado en los ejemplares muy jóvenes (K&W 21A4-21A5) y de color gris al madurar (K&W 21B1-21D1). En *exsiccata* varía del gris parduzco (K&W 5B3-5D4) al pardo amarillento (K&W 5D6). Cámaras diminutas, vacías, de 0,2-0,6 mm de anchura. Septos primero azules y finalmente grisáceos, de 75-125  $\mu\text{m}$  de grosor. Pie-columela de 5-10 x 1,5-2,8 mm, no percurrente, penetrando aproximadamente 1 mm en la gleba, y que se interrumpe abruptamente en forma semiesférica, como en *Tulostoma* o en *Torrendia*, sin ramificaciones y sin conectar con el peridio. Es longitudinalmente fibriloso, de color azul o blanco azulado, como la gleba. Se separa con facilidad del píleo (caduco), por lo que muchas veces sólo se encuentra el píleo, que presenta una cavidad basal correspondiente al punto de inserción con el pie. Olor agradable, afrutado. (Fig. 12).

Esporas verrugosas, heterotrópicas, ovoideas o subglobosas, de 11-15 x 9-12  $\mu\text{m}$  (ornam. incl.),  $Q = 1,25$ , pero también globosas, de 10-13  $\mu\text{m}$  de diámetro (ornam. incl.),  $Q = 1$ , a menudo deformes, más anchas que largas. Al M.O. aparecen hialinas, de color amarillo verdoso pálido, gutuladas, y se pueden apreciar 5 capas. Un fino ectosporio membranoso y transparente, que las recubre por completo, de reacción metacromática (reacción violeta con azul de cresilo o azul de metileno). En su superficie se pueden observar diminutas depresiones circulares semejantes a poros, de 0,3-0,5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Un exosporio hialino, finamente porado, inicialmente casi liso que, al madurar las esporas, se fisura radial y transversalmente, formando grandes verrugas de color amarillento (10-15 en vista periférica). Poros de aproximadamente 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro. Verrugas de 0,4-1  $\mu\text{m}$  de

altura y 1-3,5  $\mu\text{m}$  de anchura, de perfil dentiforme y superficie aplanada o ligeramente redondeada, con el contorno poligonal (4-6 caras), que proporcionan un aspecto reticulado a la superficie esporal. La pared esporal, de 1,2-2  $\mu\text{m}$  de grosor, está compuesta por un episporio de color amarillo verdoso, constituido por dos capas, y un endosporio pálido, muy refringente y ortocromático (reacción nula con azul de cresilo). Las esporas son dextrinoides, congófilas, y se tiñen intensamente con azul de cresilo, azul de metileno o azul de algodón, especialmente el episporio. La zona perihilar aparece estriada radialmente, de forma parecida a muchas especies de *Tulostoma*. Apéndice hilar cónico, a veces con restos de esterigma. Poro germinativo no observado. Basidios bispóricos, claviformes, de 13-28 x 8-12  $\mu\text{m}$ , con la base fibulada, que se colapsan rápidamente. Himenio tapizado de células estériles, de 14-35 x 10-23  $\mu\text{m}$ , de piriformes a vesiculosas, septadas, con 1-3 septos fibulados. Hifas del peridio y trama himenial banales, entrelazadas, fibuladas, de 4-14  $\mu\text{m}$  de diámetro, de pared metacromática. Se ha observado alguna hifa oleífera en la trama himenial. Hifas del pie fibuladas, de 2-8  $\mu\text{m}$  de diámetro, dispuestas en densos haces longitudinales. (Figs. 13-21).

#### Comentarios taxonómicos

La morfología de esta especie es muy parecida a la de *Lepiota iberica*, diferenciándose por la coloración azulada del pie y gleba de los ejemplares jóvenes, y por las esporas ovoideas, que presentan profundas fisuras de aspecto reticulado en la pared esporal. Al igual que *L. iberica*, carece de columela en el interior de la gleba.

***Lepiota olbia*** (Tul. & C. Tul.) J.M. Vidal & P.-A. Moreau, *comb. nov.*

Mycobank: MB813859

= *Secotium olbium* Tul. & C. Tul., *Ann. Sci. Nat.*, 3 Sér., Bot., IV: 172. 1845. [Basónimo].

#### Diagnosis original

TULASNE & TULASNE (1845: 172, pl. 9, figs. 1-4). *S. perpusillum*, stipite levi cylindrico farcto albo; capitulo sphaerico vel subumbilicato squamuloso-furfuraceo, ex albido brunnescenti, margine crassiore; lacunis interioribus gyrosis paucis angustis subfarctis;

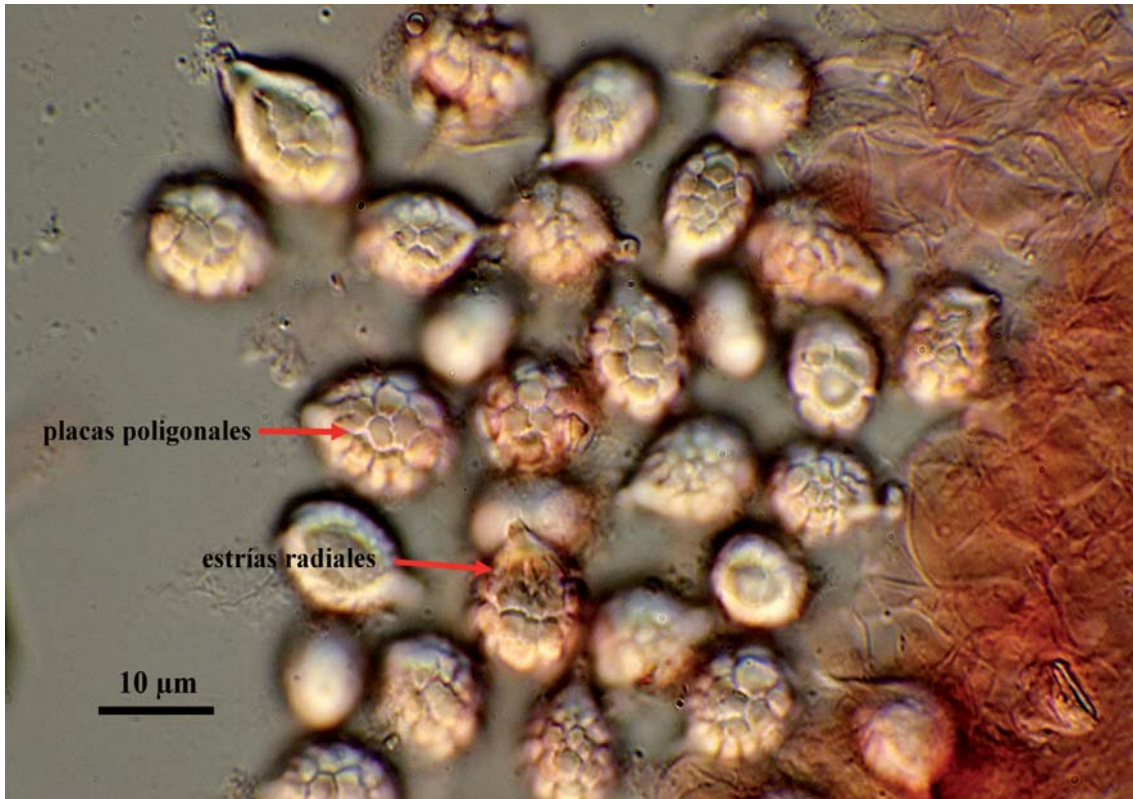


Fig. 14. *Lepiota smurfiorum*. Esporas inmaduras vistas en DIC, donde se pueden apreciar las placas poligonales de la superficie esporal y las estriás radiales de la zona peri-hilar (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal.



Fig. 15. *Lepiota smurfiorum*. Esporas maduras vistas en DIC, donde se pueden apreciar las fisuras de la superficie esporal y las estriás radiales de la zona peri-hilar (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal.

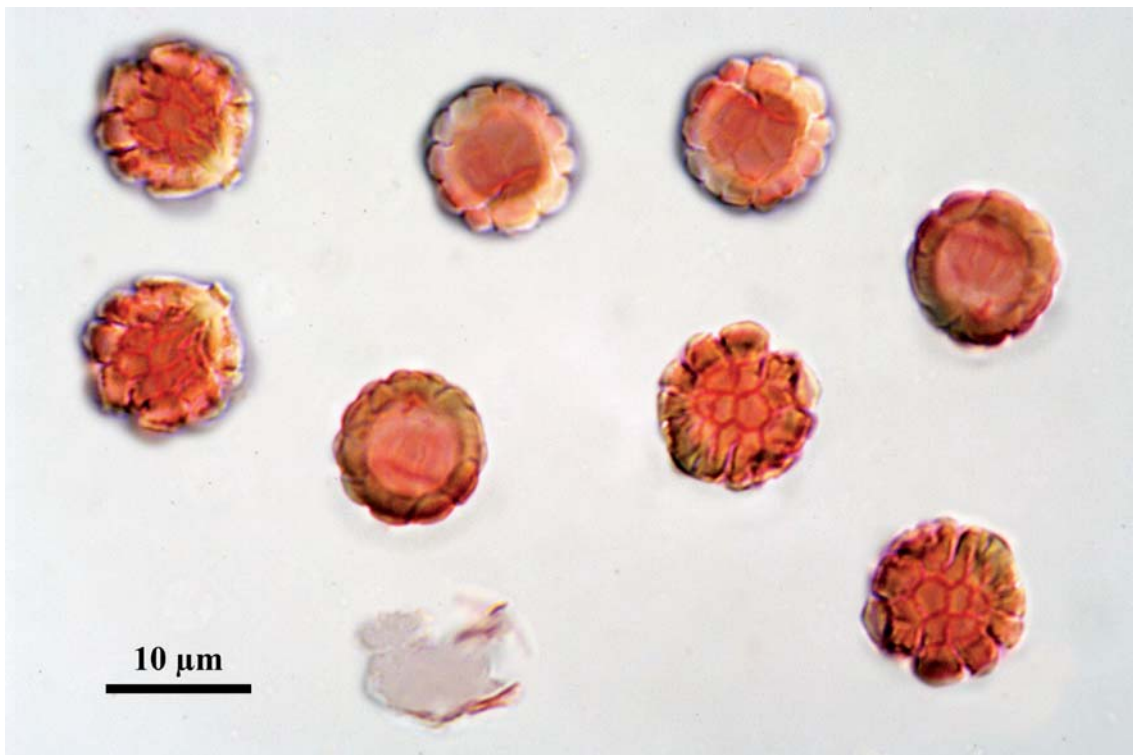


Fig. 16. *Lepiota smurfiorum*. Esporas maduras teñidas con rojo Congo, donde se puede apreciar el aspecto reticulado de la superficie esporal (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

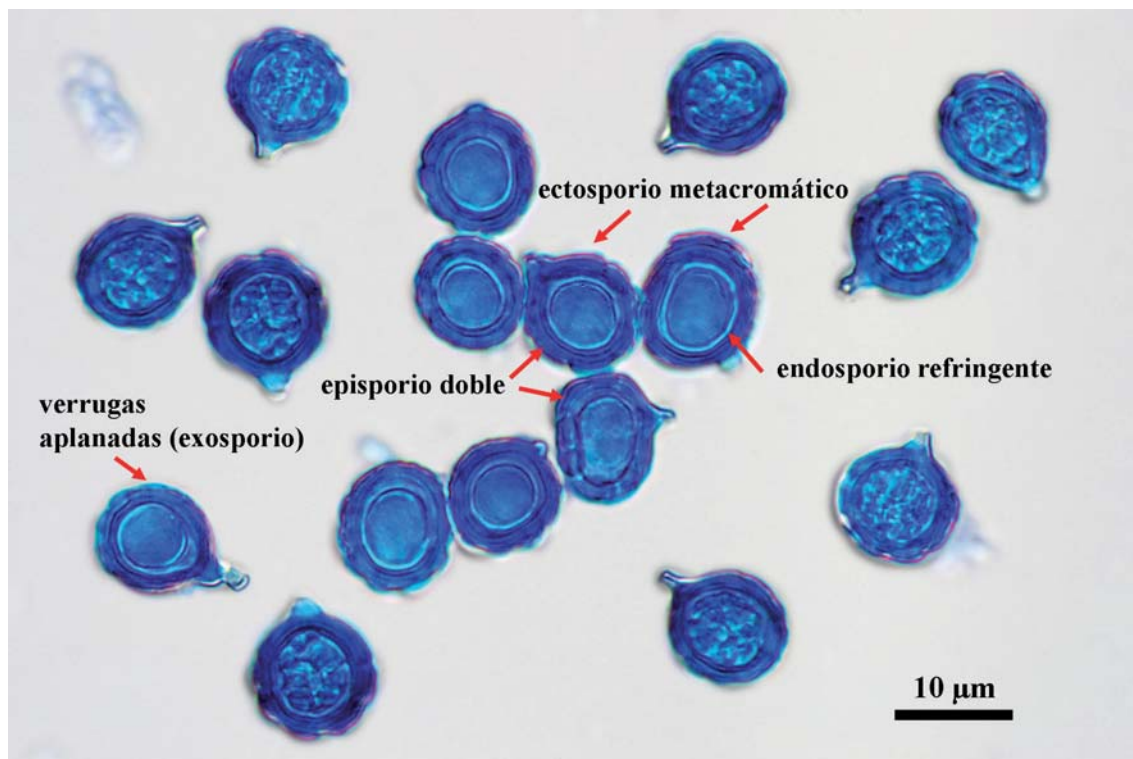


Fig. 17. *Lepiota smurfiorum*. Esporas maduras teñidas con azul de cresilo, donde se puede apreciar la reacción metacromática de color violeta del ectosporio y las diversas capas esporales (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

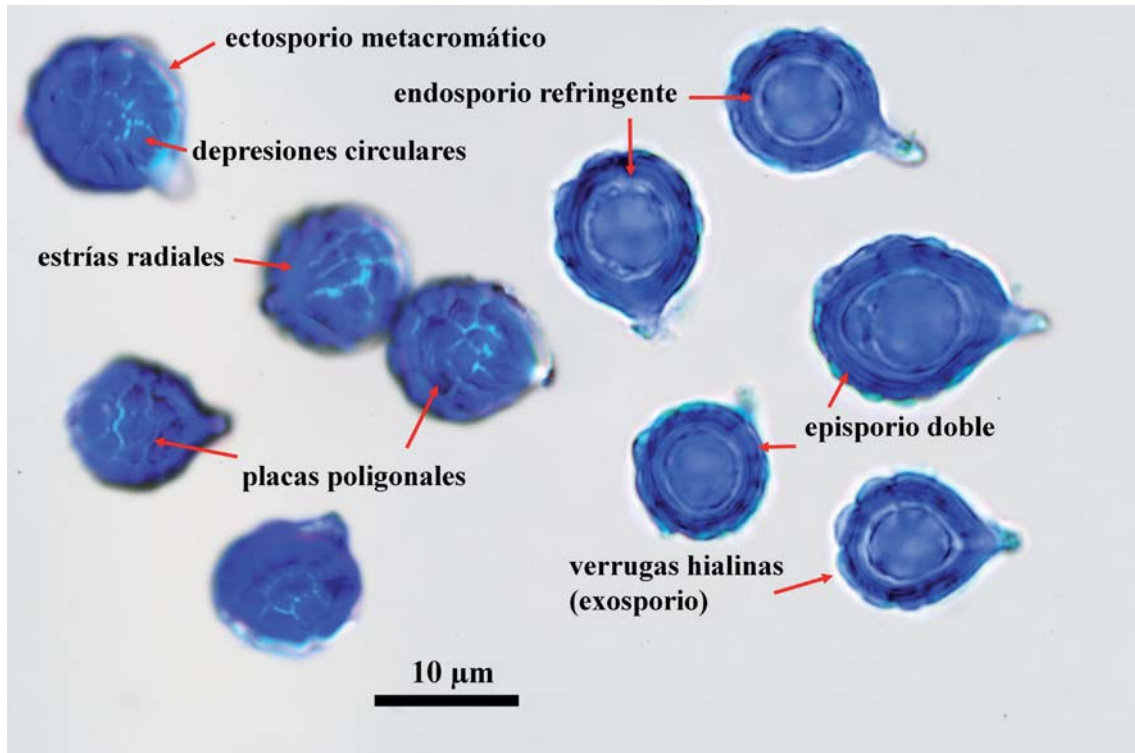


Fig. 18. *Lepiota smurfiorum*. Esporas maduras teñidas con azul de algodón y azul de cresilo, donde se pueden apreciar las capas esporales, la formación de placas poligonales y las diminutas depresiones circulares en el ectosporio (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

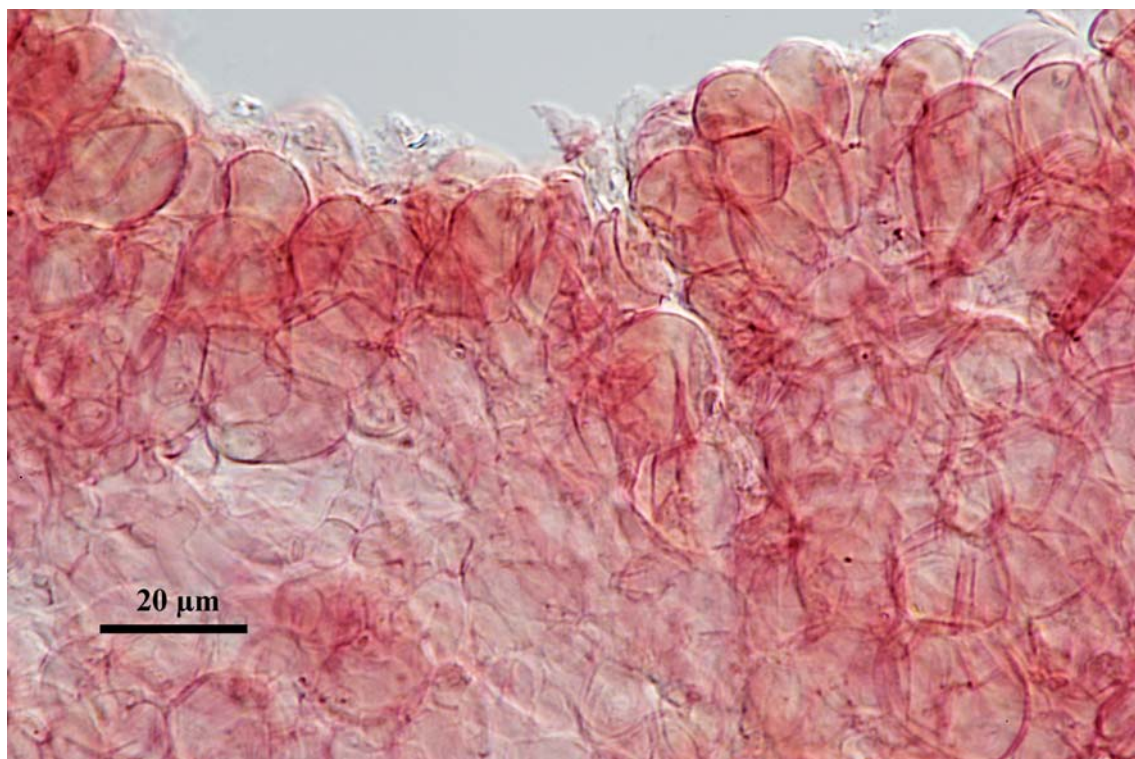


Fig. 19. *Lepiota smurfiorum*. Himenio teñido con rojo Congo (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal.



Fig. 20. *Lepiota smurfiorum*. Hifas del pie-columela teñidas con rojo Congo (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal.



Fig. 21. *Lepiota smurfiorum*. Hifas de la peridiopellis teñidas con rojo Congo (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal.



*septis crassis; sporis sphaericis rugulosis cinereo-vidibus. Fungillus volva s. integumento universalis genuino prorsus destitutus; nondum evolutus forma turbinata gaudet, capitulo scil. cum infimo stipite conico adhuc brevissimo, marginis incrassati (volvae s. veli spurii rudimenta fingentis) gratia, circinnatim concreto. Plantae perfectae, 4-6<sup>mm</sup> nec amplius altae, stipes liber subcylindricus, e basi nempe crassiori sursum paulatim attenuatus, albus, levis nec fibrillosus, plane nudus, intus non fistulosus sed in medio substantia albidiore farctus, ad pileolum usque, in quem continuum abit, sursum productus, gleba cui utrinque adhaeret trajecta. Capitulum minimum et subsphaericum est, in centro saepius, junius praesertim, paulo depressum, tegmine adopertum tenui insolubili ex albo dilute brunnescenti furfuribusque s. papillis ferrugineo-brunneis obscuris arte solubilibus, e pellicula extima lacerata natis, in orbem elegantissime dispositis et pilei versus centrum crebrioribus adornato, unde fungillus Agaricum cristatum nanum quodam modo mentitur; margine vix integro tunc a stipite soluto penitusque discreto. Caro capitulum interiorem replens, seu gleba, carnosula initio alba pedetentim fungillo maturescenti ex toto cinereo-virescens abit, lacunis s. cellulis angustissimis linearibus, paucis, varie directis sed saepius e pileolo ad stipitem curvatim vergentibus, primum admodum vacuis tandem sporis quasi opletis, percurta exsculpta; septis lacunas limitantibus angustis individuis, nec a pileo nec a stipite facile et natura solubilibus, minutis et luci obversis pellucidis. Sporae ad locellorum parietes acrogenae nascentes sphaerae subrugulosae pellucidae a 0<sup>mm</sup>, 135 ad 0<sup>mm</sup>, 180 diametro variant, sterigma minutum retinent. Odor nullus. Crescit quasi solitarius sub foliis deciduis Quercus Suberis fere hypogaeus, in declivibus apricis circa Olbiam Galloprovinciae, hiemali tempore. — Specim. descripta legimus exeunte decembre 1844.*

**Material estudiado:** FRANCIA, PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR, DÉPARTEMENT DU VAR: Hyères (Olbia), "sub foliis deciduis *Quercus suberis*, 30-XII-1844, *Secotium olbiense* Tul., fragmentulum", PC-0084687 holotipo. (Herb. L.-R. Tulasne).

### Descripción

Basidioma secotioide, semihipogeo, de 4-6 mm de altura. Píleo inicialmente de forma turbinada, subumbilicado, luego globoso, minúsculo, de 2-3,5

mm de diámetro, seco, furfuráceo, inicialmente de color blanco, luego con pequeñas escamas erizadas, dispuestas concéntricamente, de color pardo rojizo, más numerosas en el centro del píleo, semejantes en forma y color a las de una pequeña *Lepiota cristata*. Peridio delgado, unido al pie durante gran parte del desarrollo, pero abierto por la base al madurar los ejemplares. Gleba laberintiforme, primero de color blanco, luego gris verdoso. Cámaras poco numerosas, angostas, inicialmente vacías y finalmente repletas de esporas. Septos inicialmente gruesos, que van adelgazándose hasta desaparecer. Pie-columela percurrente que conecta con el peridio, no separable de la gleba, inicialmente cónico, luego cilíndrico, un poco más ancho en la base, liso, no fibriloso, primero de color blanco y finalmente ocráceo. Olor nulo. (Descripción macroscópica a partir de TULASNE & TULASNE, 1845). (Fig. 22).

Esporas verrugosas, ortotrópicas, típicamente globosas, de 12,5-16,5(-18)  $\mu\text{m}$  de diámetro (ornam. incl.),  $Q = 1$ , pero también deformadas, achatadas, de 10,5-16,5 x 11-18  $\mu\text{m}$ ,  $Q = 0,9$  (ornam. incl.). Al M.O. aparecen hialinas, de color amarillo verdoso, gutuladas, y se pueden apreciar 5 capas. Un fino ectosporio membranoso y transparente, que las recubre completamente, de reacción metacromática (reacción violeta con azul de cresilo o azul de metileno). En su superficie se pueden observar diminutas depresiones circulares semejantes a poros, de 0,3-0,5  $\mu\text{m}$  de diámetro, más numerosas en las fisuras que separan las verrugas. Un exosporio de color amarillo, finamente porado, que se desarrolla formando pequeñas verrugas (14-30 en vista periférica). Poros de aproximadamente 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro. Verrugas de 0,4-1  $\mu\text{m}$  de altura y 1-4  $\mu\text{m}$  de anchura, de perfil dentiforme, con la superficie irregular, aplanada o ligeramente redondeada, y de contorno irregularmente poligonal, con 5-7 caras. Pared esporal de 1,4-2  $\mu\text{m}$  de grosor, constituida por un episporio de doble capa, de color amarillo verdoso, de 1-1,2  $\mu\text{m}$  de grosor, y un endosporio de 0,5-0,75  $\mu\text{m}$  de grosor, de color amarillo brillante, refringente y ortocromático (reacción nula al azul de cresilo o de metileno). Son dextrinoides, congófilas y se tiñen intensamente con azul de cresilo, azul de metileno o azul de algodón, especialmente el episporio. Al deshidratarse las esporas, se llenan de aire

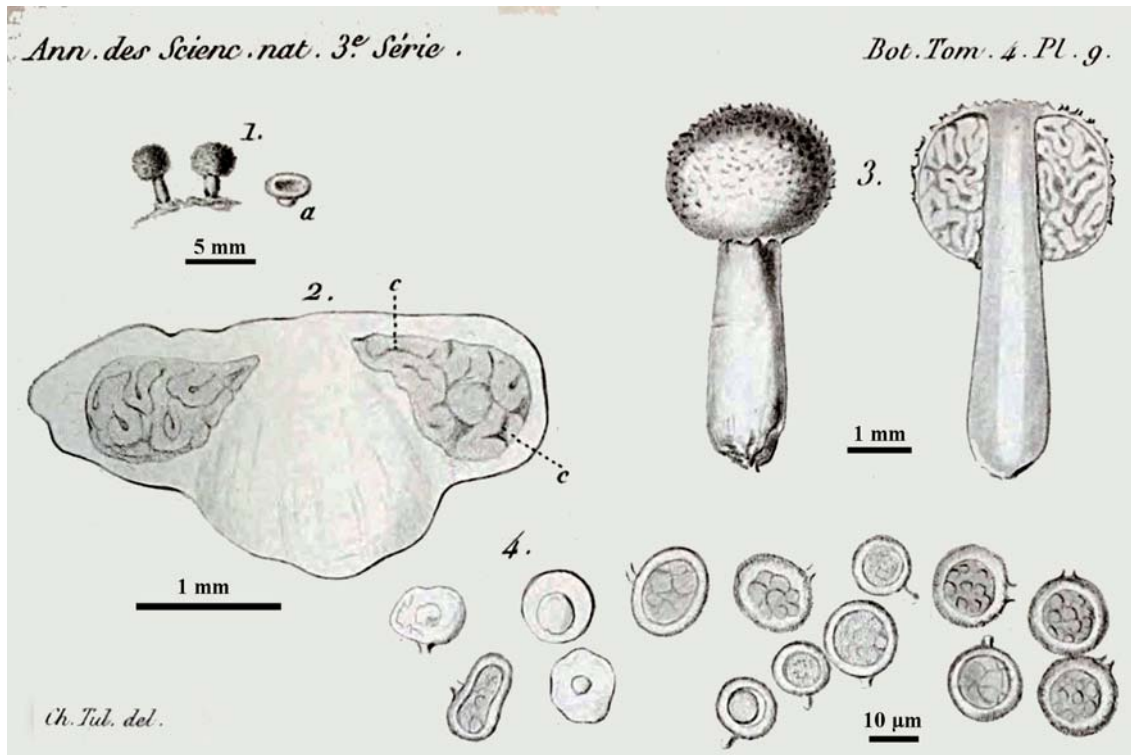


Fig. 22. *Lepiota olbia*. 1: Dos basidiomas adultos y uno joven (a). 2. Corte del ejemplar joven donde se aprecian las cavidades labirintiformes de la gleba (c) y la forma cónica del pie y su unión con el peridio. 3. Ejemplares adultos. 4. Esporas. Ilustración: Charles Tulasne (TULASNE & TULASNE, 1845: pl. 9, figs. 1-4, sub *Secotium olbium* Tul.).

y se vuelven muy refringentes y brillantes. Apéndice hilar corto, de cilíndrico a cónico, de 2-2,5  $\mu\text{m}$  de anchura y 1,2-1,6  $\mu\text{m}$  de longitud, generalmente sin restos de esterigma. No se aprecia poro germinativo. Basidios no observados. Himenio tapizado de células estériles piriformes o subglobosas, septadas, de 10-20 x 7-10  $\mu\text{m}$ . Hifas del peridio y trama himenial banales, entrelazadas, fibuladas, de 3-10  $\mu\text{m}$  de diámetro, de pared metacromática. Hifas del pie no estudiadas. (Descripción microscópica a partir de partículas del material tipo de *Secotium olbium*, PC-0084687). (Figs. 23-25).

#### Comentarios taxonómicos

A pesar de que *Secotium olbium* se describe con un pie-columela percurrente, y que en nuestros ejemplares de *Lepiota iberica* y *L. smurfiorum* no hemos podido observar una verdadera columela percurrente, el resto de caracteres macroscópicos así como microscópicos sí coinciden con los de nuestros ejemplares de *Lepiota* secotioides (Fig. 26). La morfología esporal de *Secotium olbium* es muy parecida

a la de *Lepiota iberica* y *L. smurfiorum*. Todas estas especies tienen hifas fibuladas, basidios bispóricos y esporas globosas o subglobosas, verrugosas, finamente poradas, con un delgado ectosporio metacromático y una gruesa pared esporal de 1,2-2  $\mu\text{m}$  de grosor, constituida por un doble episporio de color amarillo verdoso y un endosporio ortocromático y refringente. Por todos estos razonamientos parece lógico incluir a *Secotium olbium* en el género *Lepiota*, tal como insinuaban TULASNE & TULASNE (1845).

#### *Lepiota tulostomoides* (Pacioni & P. Fantini)

J.M. Vidal & P.-A. Moreau, *comb. nov.*

Mycobank: MB813860

= *Cribrospora tulostomoides* Pacioni & P. Fantini, *Micol. Veget. Medit.* 14(2): 172. 1999. [Basónimo].

#### Diagnosis original

PACIONI & FANTINI (1999: 172, figs. 1a-d). *Gastrocarpis sphaericis stipitatis, parte fertili subglobosa cum stipite-columella percurrenti glebam compactam, viridem infere partim propositam; levi*



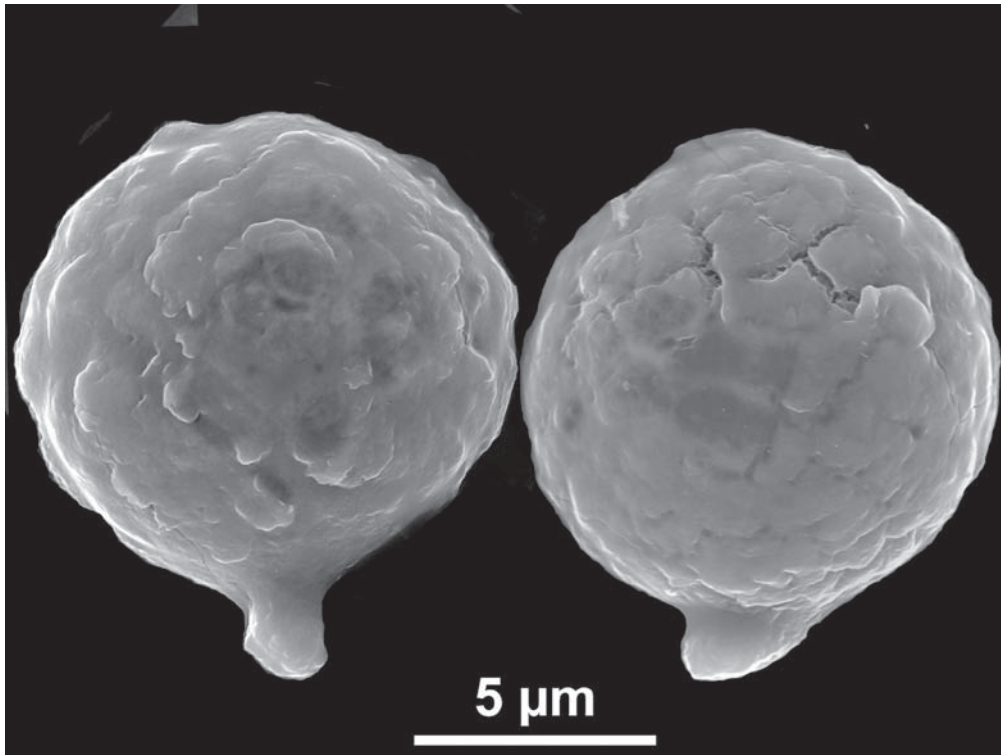


Fig. 23. *Lepiota olbia*. Esporas vistas al SEM, donde se pueden apreciar las verrugas aplanadas recubiertas por el ectosporio, las pequeñas depresiones circulares en el ectosporio y algunas fisuras que delatan la presencia de poros en el exosporio subyacente (PC-0084687, holotipo). Foto: UdG y C. Roqué.

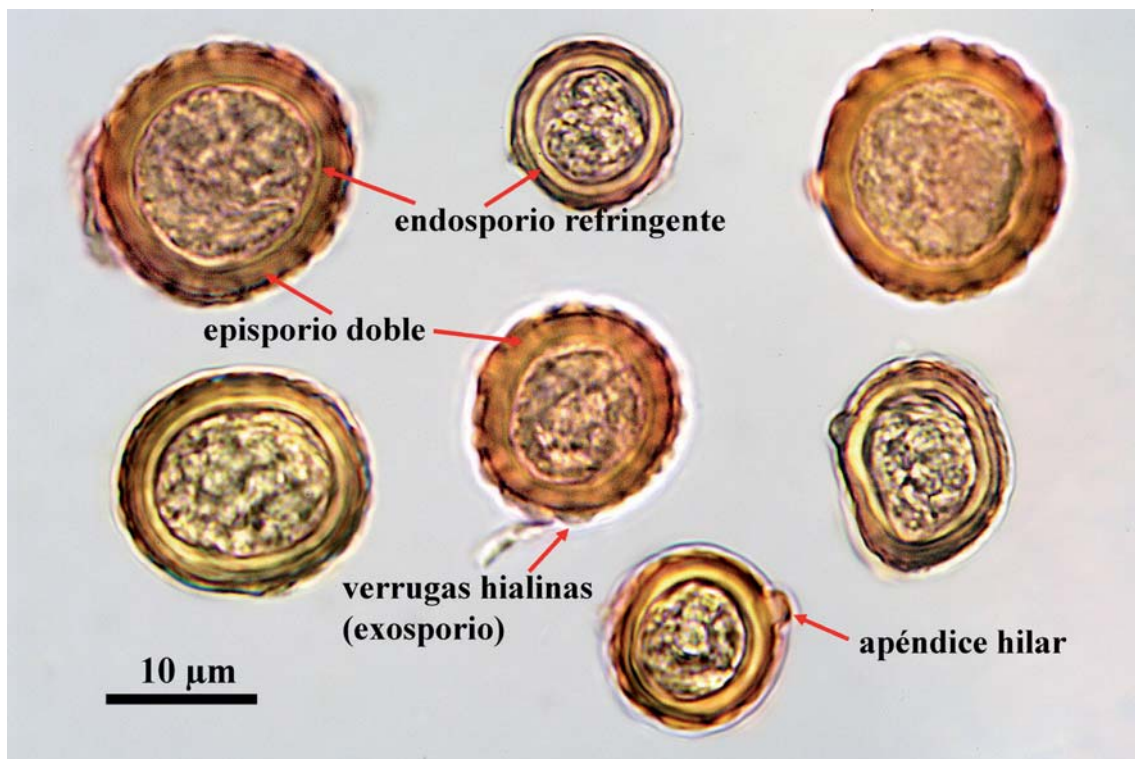


Fig. 24. *Lepiota olbia*. Esporas teñidas con rojo Congo amoniacal, donde se pueden apreciar las distintas capas esporales (PC-0084687, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

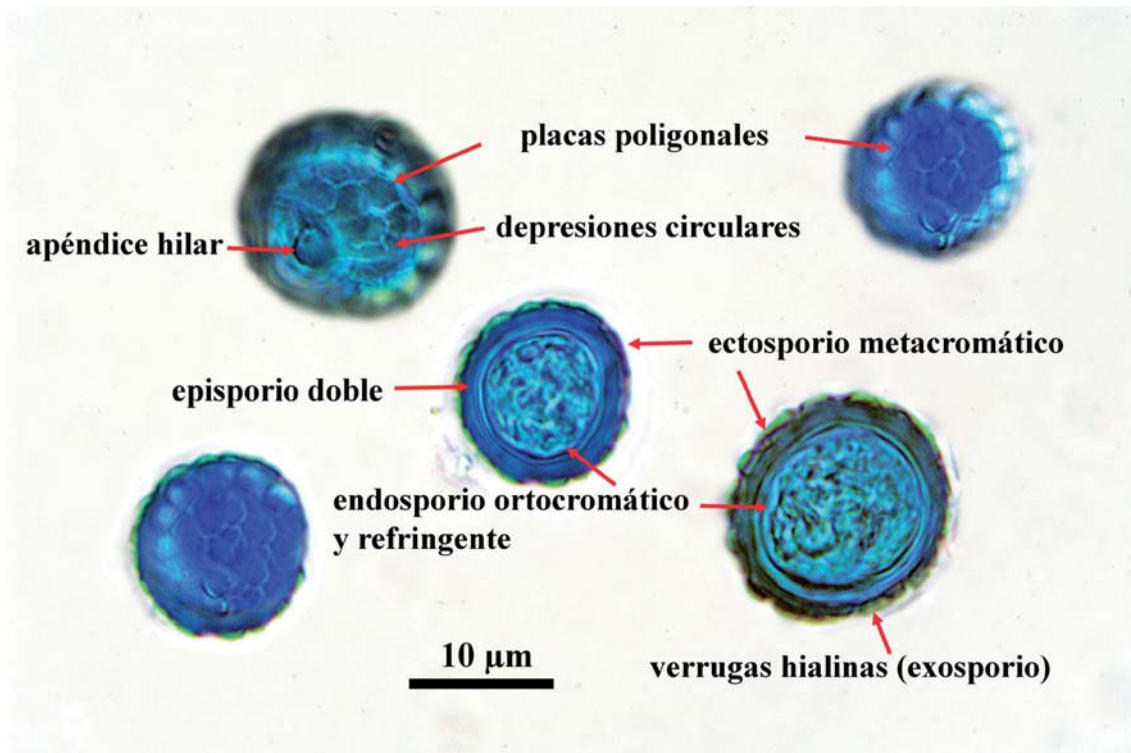


Fig. 25. *Lepiota olbia*. Esporas teñidas con azul de cresilo, donde se puede apreciar la reacción metacromática de color violeta del ectosporio, las distintas capas esporales y la presencia de placas poligonales y diminutas depresiones circulares en la superficie esporal (PC-0084687, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

*peridio et stipite albidis siccis. Sporis sphaericis 10-13 µm aut subsphaericis 9-12 x 12-13 µm, cum sterigmatis appendice, pariete 2-3 µm crassa ex parte exteriore longe perforato, gibboso, verrucoso, sine poro germinativo, haud metachromatico, tramae hyphis fibulatis cellulis globosis intermixtis. Holotypus Sardegna, Oristano, loc. Torre Grande, in solo sabuloso sub Cistis, 1.12.1999, leg. P. Fantini.*

#### Comentarios taxonómicos

El género *Cribrospora* Pacioni & P. Fantini se caracteriza por los basidiomas secotioides, semihipogeos, semejantes a pequeños *Tulostoma*, con pie-columela percurrente, gleba compacta de color verde azulado oscuro, presencia de células globosas en la trama himenial y en el peridio, y esporas globosas, verrugosas, con el exosporio finamente perforado, y el episporio y endosporio ortocromáticos, sin poro germinativo. En relación a *Lepiota olbia*, *Cribrospora tulostomoides* también presenta pie-columela percurrente, pero los basidiomas

son mucho mayores, de 10-15 mm de altura en *C. tulostomoides* frente a los escasos 4-6 mm de *L. olbia*, y la constitución de la gleba también es distinta, laberíntica en *L. olbia* y granulosa en *C. tulostomoides*, posiblemente por tener esta última un avanzado estado de maduración. Ambas especies se han encontrado en hábitats cercanos al litoral Mediterráneo, *L. olbia* en Hyères (sur de Francia) y *C. tulostomoides* en Oristano (Cerdeña, Italia).

Después de comparar la fotografía al SEM de las esporas de *Lepiota olbia* con la publicada por sus autores de *Cribrospora tulostomoides* (PACIONI & FANTINI, 1999), observamos una morfología esporal muy parecida y la presencia de similares depresiones circulares en el ectosporio, pero el tamaño de las esporas indicado por sus autores en *C. tulostomoides* es menor, de 10-13 µm en las globosas y de 9-12 x 12-13 µm en las achatadas, frente a las 12,5-16,5(-18) µm y 10,5-16,5 x 11-18 µm, respectivamente, que tienen las de *L. olbia*. Al igual que ocurre con *L. olbia*, *C. tulostomoides* también tiene



	<i>L. iberica</i>	<i>L. smurfiorum</i>	<i>L. olbia</i>	<i>L. tulostomoides</i>
<b>Pileo</b>	3-5 mm	4-6 mm	2-3,5 mm	4-6 mm
<b>Margen pileico</b>	poco separado del pie	poco separado del pie	poco separado del pie	abierto
<b>Peridio</b>	tomentoso, pardo rojizo, 50-100 $\mu\text{m}$	liso, blanco, 80-200 $\mu\text{m}$	escumuloso, pardo rojizo	liso, ocráceo pálido, 170-200 $\mu\text{m}$
<b>Gleba</b>	amarilla > gris parduzca	azul > gris parduzca	blanca > gris verdosa	verde > gris verdosa
<b>Columela</b>	no percurrente	no percurrente	percurrente	percurrente
<b>Pie</b>	caduco	caduco	perenne	perenne
<b>Esporas (ornamentación incluida)</b>	ortotrópicas, globosas 9-14 $\mu\text{m}$	heterotrópicas, de ovoideas 11-15 x 9-12 $\mu\text{m}$ a globosas 10-13 $\mu\text{m}$	ortotrópicas, de globosas 12,5-16,5(-18) $\mu\text{m}$ a achatadas 10,5-16,5 x 11-18 $\mu\text{m}$	ortotrópicas, de globosas 10-13 $\mu\text{m}$ a achatadas 9-12 x 12-13 $\mu\text{m}$
<b>Ectosporio</b>	metacromático	metacromático	metacromático	
<b>Exosporio perforado</b>	grandes verrugas 1-2,5 x 1,5-4,5 $\mu\text{m}$	placas poligonales 0,4-1 x 1-3,5 $\mu\text{m}$	pequeñas verrugas 0,4-1 x 1-4 $\mu\text{m}$	pequeñas verrugas
<b>Verrugas</b>	7-9 en la periferia	10-15 en la periferia	15-30 en la periferia	15-30 en la periferia
<b>Pared esporal (episporio más endosporio)</b>	1,4-2 $\mu\text{m}$ grosor, episporio > 2 capas	1,2-2 $\mu\text{m}$ grosor, episporio > 2 capas	1,4-2 $\mu\text{m}$ grosor, episporio > 2 capas	2-3 $\mu\text{m}$ grosor
<b>Endosporio</b>	ortocromático	ortocromático	ortocromático	ortocromático
<b>Poro germinativo</b>	no	no	no	no
<b>Basidios</b>	bispóricos	bispóricos	bispóricos	bispóricos
<b>Hifas</b>	fibuladas	fibuladas	fibuladas	fibuladas
<b>Hábitat</b>	continental, entre gramíneas y <i>Pinus pinaster</i>	continental, en pastizales	mediterráneo, bajo hojas de <i>Quercus suber</i>	mediterráneo, bajo <i>Cistus salviifolius</i>

Fig. 26. Tabla comparativa entre las especies de *Lepiota* secotioides europeas de esporas poradas (*Cribrospora*).



una microscopía similar a *Lepiota ibérica* y *L. smurfforum*. Todas ellas tienen hifas fibuladas, basidios bispóricos y esporas globosas con el exosporio perforado y la pared esporal muy gruesa, constituida por un episporio opaco de color amarillo verdoso y un endosporio ortocromático y refringente, carentes de poro germinativo (Fig. 26). Por todos estos razonamientos parece lógico incluir también a *Cribrospora tulostomoides* en el género *Lepiota*.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Antoni Sánchez-Cuixart, conservador del "Centre de Documentació de Biodiversitat Vegetal, Universitat de Barcelona" (CeDocBiv) y a Bart Buyck, conservador del Herbario del "Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris" (PC), por su ayuda en la consulta del material tipo de *Secotium olbium*; a Carles Roqué y a la "Unitat de Microscòpia dels Serveis Tècnics de Recerca, Universidad de Girona" (UdG), por la obtención de fotografías al microscopio electrónico; a Aurelia Paz por su ayuda en los fotomontajes; a Enrique Ballesteros (CSIC, Centro de Estudios Avanzados de Blanes) por la revisión del texto en inglés; y a los comités científico y editorial del Boletín Micológico de FAMCAL por sus indicaciones y correcciones, especialmente al coordinador Luis Parra, por sus aportaciones y consejos.

## REFERENCIAS

- ANISIMOVA, M., M. GIL, J.-F. DUFAYARD, C. DES-SIMOZ & O. GASCUEL (2011). Survey of branch support methods demonstrates accuracy, power, and robustness of fast likelihood-based approximation schemes. *Syst. Biol.* 60(5): 685-99.
- BELLANGER, J.-M., P.-A. MOREAU, G. CORRIGLIOL, A. BIDAUD, R. CHALANGE, Z. DUDOVA & F. RICHARD (2015). Plunging hands into the mushroom jar: a phylogenetic framework for Lyophyllaceae (Agaricales, Basidiomycota). *Genetica* 143(2): 169-194.
- BON, M. (1993). Flore Mycologique d'Europe 3. Les Lepiotes. *Doc. Mycol., Mém. hors série* 3: 1-153.
- CANDUSSO, M. & G. LANZONI (1990). *Fungi Europaei 4. Lepiota s.l.* Ed. Candusso. Saronno. 743 pp., 80 tab.
- CASTELLANO, M.A. (1995). NATS truffle and truffle-like fungi 4: *Amogaster viridigleba* gen. et sp. nov., a new truffle-like fungus from the Sierra Nevada. *Mycotaxon* 55: 185-188.
- DEREEPER, A., V. GUIGNON, G. BLANC, S. AUDIC, S. BUFFET, F. CHEVENET, J.F. DUFAYARD, S. GUINDON, V. LEFORT, M. LESCOT, J.M. CLAVIERIE & O. GASCUEL (2008). Phylogeny.fr: robust phylogenetic analysis for the non-specialist. *Nucleic Acids Res.* 36:W465-W469, doi: 10.1093/nar/gkn180
- EDGAR, R.C. (2004). MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Res.* 32 (5): 1792-1797.
- GARDES, M. & T.D. BRUNS (1996). Community structure of ectomycorrhizal fungi in a *Pinus muricata* forest: above- and below-ground views. *Canad. J. Bot.* 74: 1572-1583.
- GE, Z.-W. & M.E. SMITH (2013). Phylogenetic analysis of rDNA sequences indicates that sequestrate *Amogaster viridiglebus* is derived from within agaricoid genus *Lepiota* (Agaricaceae). *Mycol. Progr.* 12 (1): 151-155.
- GEML, J., D.M. GEISER & D.J. ROYSE (2004). Molecular evolution of *Agaricus* species based on ITS and LSU rDNA sequences. *Mycol. Progr.* 3(2): 157-176.
- GUINDON, S., J.F. DUFAYARD, V. LEFORT, M. ANISIMOVA, W. HORDIJK & O. GASCUEL (2010). New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: assessing the performance of PhyML 3.0. *Syst. Biol.* 59(3): 307-321.
- KORNERUP, A. & J.H. WANSCHER (1978). *Methuen Handbook of Colour*. 3 ed. Eyre Methuen. London. 252 pp.
- KROPP, B.R., S. ALBEE-SCOTT, M.A. CASTELLANO & J.M. TRAPPE (2012). *Cryptolepiota*, a new sequestrate genus in the Agaricaceae with evidence for adaptive radiation in Western North America. *Mycologia* 104(1): 164-174.
- LEBEL, T. & E.C. VELLINGA (2013). Description and affinities of a sequestrate *Lepiota* (Agaricaceae) from Australia. *Mycol. Progr.* 12(3): 525-532.
- PACIONI, G. & P. FANTINI (1999). *Cribrospora* un nuovo genere secozioide rinvenuto in Sardegna. *Micol. Veg. Medit.* 14 (2): 169-173.



- PADOVAN, F. & M. CONTU (2001). *Notholepiota sardoa* sp. nov., un nuovo gasteromicete filogeneticamente correlato alle Lepiotaceae scoperto in Sardegna. *Boll. Gruppo Micol. G. Bresadola (n. s.)* 44 (2) 31-36.
- PEYO [Pierre Culliford] (1960). *La Flûte à six schtroumpfs*. Ed. Dupuis. Marcinelle. 62 pp.
- RICHARD, F., J.-M. BELLANGER, M. SAUVE, P. CLOWEZ, K. HANSEN, K. O'DONNELL, A. URBAN, R. COURTECUISSÉ & P.-A. MOREAU (2014). True morels (*Morchella*, Pezizales) of Europe and North America: evolutionary relationships inferred from multilocus data and a unified taxonomy. *Mycologia* 107: 359-382.
- RONQUIST, F. & J.P. HUENSELBECK (2003). MrBayes 3: bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19(12): 1572-1574.
- TULASNE, L.R. & C. TULASNE (1845). Description d'une espèce nouvelle du genre *Secotium* Kze. appartenant a la flore française. *Ann. Sci. Nat., 3 Sér., Bot.*, 4: 169-177, pl. 9.
- VELLINGA, E.C. (2001). *Lepiota* (Pers. : Fr.) S.F. Gray: 109-151. In: NOORDELOOS, M.E. & al. *Flora Agaricina Neerlandica* 5: 109-151. A.A. Balkema Publishers, Lisse, Abingdon, Exton (PA), Tokyo.
- VELLINGA, E.C. (2002). New combinations in *Chlorophyllum*. *Mycotaxon* 83: 415-417.
- VELLINGA, E.C. (2003). Phylogeny of *Lepiota* (Agaricaceae). Evidence from nrITS and nrLSU sequences. *Mycol. Progr.* 2(4): 305-322.
- VELLINGA, E.C., R.P.J. DE KOK & T.D. BRUNS (2003). Phylogeny and taxonomy of *Macrolepiota* (Agaricaceae). *Mycologia* 95: 442-456.
- VILA, J. & E. CASTELLÓN (2003). Observaciones sobre *Notholepiota sardoa* Padovan & Contu. *Cryptog. Mycol.* 24(4): 303-307.
- VILGALYS, R. & M. HESTER (1990). Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *J. Bacteriol.* 172: 4238-4246.



# Hongos secotioides del género *Lepiota*: dos nuevas especies, dos nuevas combinaciones y reevaluación del género *Criborespora*

VIDAL, J.M.<sup>1</sup>, P. JUSTE<sup>2</sup>, F. GARCÍA<sup>3</sup>, J.-M. BELLANGER<sup>4</sup> & P.-A. MOREAU<sup>5</sup>

<sup>1</sup>C/ Massaballs, 10, E-17118 Sant Sadurn de L'Heura, Girona (España). E-mail: vidal.josepmaria@gmail.com

<sup>2</sup>Avda. Valladolid, 19, 1.º B, E-47320 Tudela de Duero, Valladolid (España). E-mail: neosecotium@yahoo.es

<sup>3</sup>C/ Rubia, 3, E-47310 Campaspero, Valladolid (España). E-mail: protoglossum@yahoo.es

<sup>4</sup>CEFE-CNRS, UMR 5175-Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive 1919, Route de Mende, F-34293 Montpellier cedex 5 (France). E-mail: jean-michel.bellanger@cefe.cnrs.fr

<sup>5</sup>EA 4483, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Université de Lille, BP83, 3 rue du Pr. Laguesse, F-59006 Lille cedex (France). E-mail: pierre-arthur.moreau@univ-lille2.fr

**Resumen:** VIDAL, J.M., P. JUSTE, F. GARCÍA, J.-M. BELLANGER & P.-A. MOREAU (2015). Hongos secotioides del género *Lepiota*: dos nuevas especies, dos nuevas combinaciones y reevaluación del género *Criborespora*. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 47-71. Se ilustran y describen dos diminutas especies de *Lepiota* secotioides halladas en España, *L. iberica* sp. nov. y *L. smurfiorum* sp. nov., y se presentan los estudios genéticos que demuestran su inclusión en *Lepiota* sect. *Lepiota*. También, como resultado del estudio del material tipo de *Secotium olbium* Tul. & C. Tul. (Francia) y de su comparación con *Criborespora tulostomoides* Pacioni & P. Fantini (Italia), se propone la sinonimia del género *Criborespora* con el género *Lepiota* y dos nuevas combinaciones, *Lepiota olbia* comb. nov. y *L. tulostomoides* comb. nov.

**Palabras clave:** Basidiomycota, *Criborespora*, *Cryptolepiota*, *Lepiota* sect. *Lepiota*, *Secotium*, taxonomía, filogenia molecular.

**Summary:** VIDAL, J.M., P. JUSTE, F. GARCÍA, J.-M. BELLANGER & P.-A. MOREAU (2015). Secotioid fungi of the genus *Lepiota*: two new species, two new combinations and a re-evaluation of the genus *Criborespora*. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 47-71. Two minute secotioid species of *Lepiota* found in Spain, *L. iberica* sp. nov. and *L. smurfiorum* sp. nov., are illustrated and described. Genetic studies support its inclusion in *Lepiota* sect. *Lepiota*. Also, after studying the type of *Secotium olbium* Tul. & C. Tul. (France) and comparing it with *Criborespora tulostomoides* Pacioni & P. Fantini (Italy), we synonymize the genus *Criborespora* with the genus *Lepiota* and propose two new combinations, *Lepiota olbia* comb. nov. and *L. tulostomoides* comb. nov.

**Keywords:** Basidiomycota, *Criborespora*, *Cryptolepiota*, *Lepiota* sect. *Lepiota*, taxonomy, molecular phylogeny.

**NOTA:** Un esbozo de este estudio fue presentado en el "VI Encuentro Internacional de Micología del Arco Atlántico" celebrado en Maliaño (Cantabria) del 28 de octubre al 1 de noviembre de 2011, organizado por la Sociedad Micológica Cántabra.

## INTRODUCCIÓN

Detectar la presencia de hongos hipogeos con la ayuda de perros especialmente adiestrados es sumamente fácil, pero no lo es tanto distinguirlos de entre la tierra una vez los han marcado los perros con su olfato, y aún lo es menos si estos hongos tienen un tamaño especialmente reducido y además se desintegran con facilidad. Éste es el caso de dos especies diminutas de hongos secotioides cuyo pie no supera 1 cm de altura y cuyo píleo globoso es igual o inferior a 0,6 cm de

diámetro. Estos dos hongos semihipogeos fueron hallados por dos de los autores (Fausto García y Pablo Juste), uno en un pastizal de la provincia de Segovia a 1.100 m de altitud, y el otro, de similar morfología, entre gramíneas en claros de pinares (*Pinus pinea* y *P. pinaster*), en las provincias de Segovia y de Valladolid, a unos 800 m de altitud.

Ambas especies, en un primer análisis y después de estudiar la morfología esporal (esporas verrugosas y poradas), fueron identificadas como pertenecientes al género *Criborespora* Pacioni & P.



Especie	Número de herbario	Códigos GenBank	Especie	Número de herbario	Códigos GenBank
<i>L. alba</i>	PAM95082604	KT315649	<i>L. oreadiformis</i>	PAM14110915	KT315651
<i>L. iberica</i>	JMV800332	KT315646	<i>L. smurfiorum</i>	JMV800331	KT315647
<i>L. laevigata</i>	PAM14110916	KT315652	<i>L. sublaevigata</i>	PAM02081205	KT315650
<i>L. ochraceodisca</i>	PAM02111802	KT315648			

Fig. 1. Tabla de especies y números de acceso a las nuevas secuencias de GenBank.

Fantini. La especie tipo, *C. tulostomoides* Pacioni & P. Fantini, se caracteriza por los diminutos basidiomas secotioides de gleba granulosa, y por las esporas verrugosas de superficie finamente porada. Esta interesante especie fue hallada por Paolo Fantini a principios de diciembre de 1999 en la isla de Cerdeña (Italia), bajo *Cistus*, *Pinus* y *Eucalyptus* (PACIONI & FANTINI, 1999). Otra especie secotioide de pequeño tamaño, pero olvidada por autores posteriores, es *Secotium olbium* Tul. & C. Tul., que se diferencia de la anterior por la gleba laberíntica, aparentemente no granulosa. Fue recolectada por los hermanos Tulasne a finales de diciembre de 1844 en la región de Var (Francia), bajo hojas de *Quercus suber* (TULASNE & TULASNE, 1845).

La independencia sistemática de los géneros secotioides incluidos en la familia *Agaricaceae* s. l. fue reevaluada estos últimos años con la publicación de diversos estudios filogenéticos, como los de VELLINGA (2002) y VELLINGA & al. (2003) que revelan que la especie tipo del género *Endophtychum* Czern., *E. agaricoides* Czern., debe formar parte del género agaricoide *Chlorophyllum* Masee, o el de GEML & al. (2004) que demuestra que *Gyrophragmium dunalii* (Fr.) Zeller y *G. texense* (Berk. & M.A. Curtis) Masee deben formar parte del género *Agaricus* L. Recientemente, KROPP & al. (2012) crean el género *Cryptolepiota* Kropp & Trappe con 3 especies gasteroides descubiertas bajo *Cercocarpus*, en zonas áridas del oeste de los Estados Unidos de Norteamérica (California, Idaho y Utah): *C. americana* (Kropp & L.J. Hutchison) Kropp (= *Gigasperma americanum*), *C. microspora* Kropp & Albee-Scott y *C. mengei* Kropp & Castellano. Todas ellas con esporas lisas, de elipsoides a globosas, relacionadas filogenéticamente la sec-

ción *Lepiota* del género *Lepiota* (Pers. : Fr.) Gray, en particular con el grupo de *L. clypeolaria* (Bull. : Fr.) P. Kumm. *Cryptolepiota americana* fue separada por estos autores del género australiano *Gigasperma* E. Horak, y la especie tipo de este género, *G. cryptica* E. Horak, fue revelada por los mismos como afín al género *Cortinarius* (Pers.) Gray. Seguidamente, GE & SMITH (2013) recombinan *Amogaster viridiglebus* Castellano, especie también gasteroide, hallada en California bajo *Populus*, de esporas lisas, de amigdaliformes a subfusiformes (CASTELLANO, 1995), como *Lepiota viridigleba* (Castellano) Z.W. Ge & M.E. Sm., situándola en el grupo de *L. ignivolata* Bousset & Joss. ex Joss., también en la sección *Lepiota* (Fig. 2). Basándose en argumentos filogenéticos, LEBEL & VELLINGA (2013) incluyen las 3 especies de *Cryptolepiota* en el género *Lepiota*, con las nuevas combinaciones: *L. geocarpa* Vellinga & T. Lebel (= *C. americana*), *L. geophana* Vellinga & T. Lebel (= *C. microspora*) y *L. mengei* (Kropp & Castellano) T. Lebel & Vellinga (= *C. mengei*), situándolas en dos clados distintos dentro del grupo de *L. oreadiformis* Velen. (Fig. 2). Al mismo tiempo, describen de Australia a la especie gasteroide *L. geogenia* T. Lebel & Vellinga, de esporas lisas, de amigdaliformes a fusiformes, situándola también en la sección *Lepiota*, pero en un clado aparte junto a dos especies agaricoides tailandesas (Fig. 2). Lo que representa que, hasta este momento, se conocen cuatro procesos evolutivos de gasteromicetización independientes dentro del género *Lepiota*.

Una especie europea de *Lepiota* secotioide, de esporas lisas, de amigdaliformes a subfusiformes, que se halla en un estado incipiente de gasteromicetización, en donde aún es posible apreciar la es-

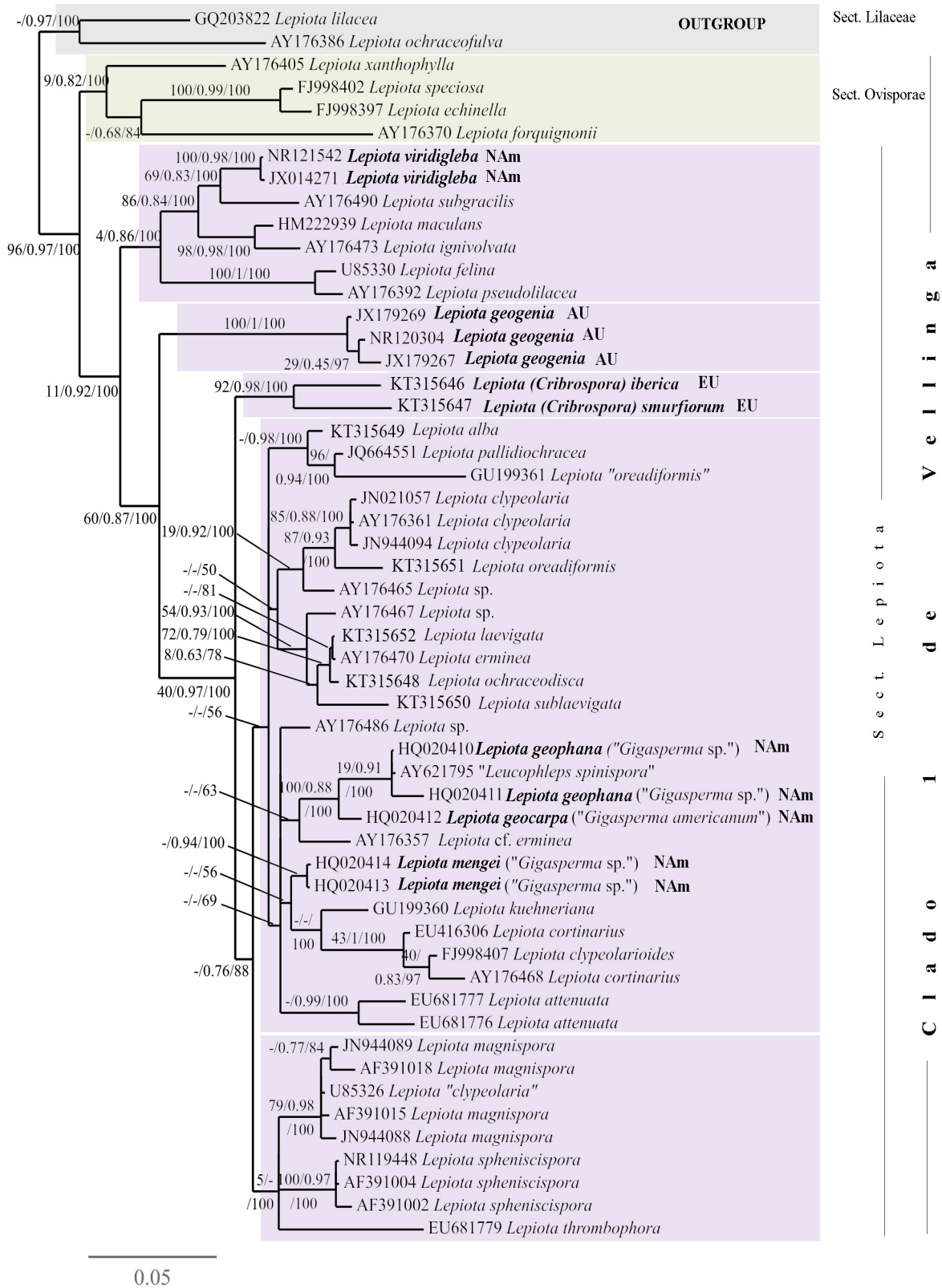


Fig. 2. Árbol filogenético de Inferencia Bayesiana de las secuencias ITS y LSU de *Lepiota* sect. *Lepiota* s. l., con *L. lilacea* y *L. ochraceofulva* como grupo externo. Para cada especie se indican el número de secuencia en GenBank y para las especies secuestradas, en negrita, el continente de origen (AU = Australia, EU = Europa, NAm = Norteamérica).





estructura laminar del himenio, es *L. sardoa* (Padovan & Contu) Vila & Castellón. Fue descrita inicialmente de Cerdeña por PADOVAN & CONTU (2001) como *Notholepiota sardoa* Padovan & Contu y posteriormente reencontrada en España por VILA & CASTELLÓN (2003), de la que no existen datos moleculares para determinar su filogenia, pero que también podría pertenecer a la sección *Lepiota* (VILA & CASTELLÓN, 2003).

A nivel microscópico, si las esporas de *Endop-tychum* recuerdan las del género *Chlorophyllum* Masee, y las de *Gyrophragmium* Mont. las del género *Agaricus* L., parece menos predecible la afinidad del género *Criborespora*, considerando la anatomía particular de sus esporas (verrugosas, globosas, con el exosporio perforado y la pared esporal gruesa), con el grupo de *Lepiota clypeolaria*, de esporas lisas, de elipsoides a fusiformes y de pared delgada (CANDUSSO & LANZONI, 1990; BON, 1993; VELLINGA, 2001). No obstante, ya TULASNE & TULASNE (1845) insinuaron la afinidad de *Secotium olbium* con el género *Lepiota*, al comparar sus ejemplares con un pequeño "*Agaricus cristatus*" (*Lepiota cristata* [Bolton : Fr.] P. Kumm.). También conviene destacar la reacción dextrinoide de las esporas de *C. tulostomoides* descrita por PACIONI & FANTINI (1999), comparable a las de muchas especies de *Lepiota* s. l.

De las especies europeas *Secotium olbium* y *Criborespora tulostomoides* sólo se conocen las recolecciones tipo, de las cuales sólo hemos podido estudiar el material de *S. olbium* depositado en el herbario del Laboratorio de Criptogamia del Museo Nacional de Historia Natural de París (PC, Francia). No obstante, el análisis molecular de nuestras recolecciones atribuidas a representantes del género *Criborespora* nos permite precisar su posición filogenética dentro del género *Lepiota*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Análisis morfológicos

El presente estudio se ha realizado a partir de las recolecciones efectuadas en España por Faustino García y Pablo Juste, y de la consulta del material tipo de *Secotium olbium* depositado en el herbario Tulasne de París (PC). El material de herbario se ha estudiado previa rehidratación con hidrato de cloral, amoníaco al 10% o KOH al 3% y

para su tinción se ha utilizado rojo Congo amoniacal, reactivo de Melzer, azul de cresilo o azul de metileno y azul de lactofenol. El estudio microscópico se ha realizado con la ayuda de un microscopio Carl Zeiss Jena Jenaval, con dispositivo DIC, acoplado a una cámara digital réflex Pentax \*istD (6,1 Mpx) o Pentax K-20 (14,6 Mpx) con control remoto. Las fotografías al microscópico electrónico se han realizado con un microscopio de rastreo Zeiss DSM-960A. Las mediciones se han realizado a partir de fotografías digitales con el programa Mycometre VA de G. Fannechère. La coloración de los basidiomas y esporas se ha descrito siguiendo la guía de colores "Methuen Handbook of Colour" (KORNERUP & WANSCHER, 1978), citado en las descripciones como K&W.

Las recolecciones y holotipos de las nuevas especies se conservan en el herbario del CeDocBiV de la Universidad de Barcelona (BCN-myc), y los isotipos en el herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas y Farmacéuticas de la Universidad de Lille (LIP, Francia).

### Análisis moleculares

La extracción de ADN y la amplificación han sido realizadas en el CEFÉ-CNRS (Montpellier, Francia) con el kit REDEExtract-N-Amptm Plant PCR (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) según las indicaciones del fabricante. Las regiones ITS y 28S del ADN nuclear ribosomal han sido amplificadas con los cebadores ITS-1F/ITS-4 (GARDES & BRUNS, 1996) y LR7/LR0R (VILGALYS & HESTER, 1990) respectivamente, y realizadas como se indica en RICHARD & *al.* (2014). Las amplificaciones de ambas cadenas han sido purificadas y secuenciadas por Eurofins Genomics (Ebersberg, Alemania). Los datos de secuencia en bruto fueron editados con el programa Codon Code Aligner 4.1.1 (CodonCode Corp., Centerville, MA, USA) y depositados en GenBank con los números de acceso detallados en la figuras 1 y 2.

Los análisis filogenéticos han sido realizados *online* en <http://www.phylogeny.lirmm.fr> (DEREPPER & *al.*, 2008). Los alineamientos múltiples han sido editados con la aplicación MUSCLE 3.7 (EDGAR, 2004). Los análisis filogenéticos de máxima verosimilitud (ML) han sido realizados con el pro-



grama PhyML 3.0 (GUINDON & *al.*, 2010), aplicando el modelo de evolución GTR + I +  $\Gamma$ .

El soporte de las ramas ha sido estimado con la versión Shimodaira–Hasegawa de la prueba de razón de verosimilitud (SH-aLRT) (ANISIMOVA & *al.*, 2011; BELLANGER & *al.*, 2015). Una inferencia bayesiana de la filogenia utilizando MrBayes 3.1.2 (RONQUIST & HUELSENBECK, 2003) ha sido realizada *online* en el CIPRES Science Gateway (<http://www.phylo.org>). La probabilidad posterior bayesiana (BPP) es considerada como significativa cuando es igual o superior al 95%.

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS MOLECULAR

VELLINGA (2001) divide al género *Lepiota* en 6 secciones: *L.* sect. *Lepiota* (con esporas fusiformes o amigdaliformes y pileipellis en tricodermis), *L.* sect. *Stenosporae* (J.E. Lange) Kühner (taxones estenosporados con pileipellis en tricodermis), *L.* sect. *Ovisporae* (J.E. Lange) Kühner (con esporas elipsoides y pileipellis en tricodermis simple o mixta), *L.* sect. *Lilaceae* Bon (taxones con esporas elipsoides o estenosporados y pileipellis en himenodermis), *L.* sect. *Fuscovinaceae* Bon & Candusso (con pileipellis formada por elementos septados) y *L.* sect. *Echinatae* Fayod (con pileipellis formada por cadenas de elementos globosos). Las especies de la sección *Lepiota* y parte de la sección *Ovisporae* constituyen el clado 1 de VELLINGA (2003), y las especies de la sección *Lilaceae* se sitúan en su base en una posición de resolución incompleta si sólo se estudia la región ITS.

Los problemas más críticos para interpretar los árboles filogenéticos son la incertidumbre en la identificación de muchas secuencias disponibles en GenBank, unas claramente mal identificadas a nivel genérico ("*Leucophleps spinispora*") y otras con nombres aún por confirmar (*L.* cf. *clypeolaria*, *L.* cf. *erminea*, *L.* cf. *oreadiformis*, *L.* sp.), y también la falta de secuencias disponibles para determinadas especies, que intentaremos completar con nuevas secuencias de ejemplares identificados por nosotros (*L. alba* [Bres.] Sacc., *L. laevigata* [J.E. Lange] J.E. Lange, *L. ochraceodisca* Bon, *L. oreadiformis* y *L. sublaevigata* Bon & Boiffard) (Fig. 1). En nuestro análisis también nos hemos esforzado en seleccionar las secuencias identificadas por especialistas

reconocidos, particularmente las publicadas por GE & SMITH (2013) y LEBEL & VELLINGA (2013).

La topografía de un árbol filogenético está muy condicionada por la selección de diversas secuencias como grupos externos (outgroups). Nuestro árbol filogenético de inferencia bayesiana de las secuencias ITS se basa en el clado 1 de Vellinga, seleccionando a *Lepiota lilacea* Bres. y *L. ochraceofulva* P. D. Orton (sección *Lilaceae*) como grupo externo (Fig. 2). En él podemos ver que el clado sect. *Lepiota* s. l. ilustra un grupo con radiación adaptativa, tal como se deduce de la topografía en rastro de sus ramas, con valores de arranque poco elevados. En el análisis filogenético se observa que las dos especies de *Lepiota* secuestradas europeas, *L. iberica* y *L. smurfiorum*, tienen un origen filogenético distinto al de las especies norteamericanas *L. geocarpa*, *L. geophana* y *L. mengei*. Cabe destacar, no obstante, la alta variabilidad en las secuencias disponibles de las especies de *Lepiota* secuestradas norteamericanas, especialmente en algunos locus hipervariables de las regiones ITS1 y ITS2, si la comparamos con la variabilidad de las especies *Lepiota* agaricoides relacionadas, de menor diversidad genética. En un análisis puramente morfológico, existen evidentes diferencias entre las especies norteamericanas (*L. geocarpa*, *L. geophana* y *L. mengei*) y las europeas (*L. iberica*, *L. smurfiorum*, *L. olbia* y *L. tulostomoides*). El basidioma de las especies norteamericanas es de tipo gasteroide, carente de pie, y mide de 1,5-4 cm de diámetro, mientras que en las europeas es de tipo secotioide, con un píleo diminuto, de 0,2-0,6 cm de diámetro. A nivel microscópico, todas las especies poseen hifas fibulíferas y esporas subglobosas o globosas, con una gruesa pared esporal, pero son lisas y con el endosporio metacromático en las especies norteamericanas; y verrucosas, finamente poradas y con el endosporio ortocromático en las europeas. En nuestro árbol filogenético no hemos podido situar ninguna especie agaricoide en el grupo de *L. iberica* y *L. smurfiorum*, posiblemente por haber desaparecido sus ancestros, formándose así un clado aislado en un quinto proceso de gasteromicetización independiente dentro de *Lepiota* sect. *Lepiota*, originado en este caso en el sur de Europa.

## TAXONOMÍA

*Lepiota iberica* J.M. Vidal & P. Juste, sp. nov.

Mycobank: MB813856

### Diagnosis

*Basidiomata semihypogeous, secotioid, 8-12 mm high. Pileus globose, 3-5 mm diam., dry, fibrillose, woolly, with adhering sand, initially white, then stained of reddish brown (K&W 8D5-8D6), darker in the center. Peridium closed, thin, 50-100 µm thick, not changing of colour when bruising. Gleba initially labyrinthiform, greenish yellow or yellow grey, and finally disintegrated, brownish yellow (sand) (K&W 2B2-3B3-4B4), yellow grey, brown cinnamon or grayish brown in exsiccatum (K&W 4B3-6D6-6E3). Chambers minute, empty, 0,3-0,7 mm width. Septa 70-140 µm thick, of the same color as the gleba. Stipe-columella first conical, then cylindrical, 4-10 x 1,5-2 mm, fibrillose, white, with the basis reddish brown like the pileus, not percurrent, penetrating less than 1 mm in the gleba (like in *Tulostoma Pers.*: *Pers.* or in *Torrendia Bres.*), unbranched and unconnected with the peridium, readily separable, caducous. Odor not observed (Figs. 3-4).*

*Spores orthotropic, verrucose, gibbose, globose, 9-14 µm diam. (ornamentation included) or 8-12 µm (ornamentation excluded), Q = 1, guttulated, hyaline, pale yellow-green coloured. Ectosporium very thin, membranous, transparent, metachromatic, with tiny depressions of 0,3-0,5 µm diam in the surface. Exosporium verrucose, finely pored. Pores about 0,1 µm diam. Warts polygonal, of 4-6 sides, of conical-truncate or hemispherical profile, 1-2,5 µm high x 1,5-4,5 µm broad (7-9 warts in the periphery). Spore wall 1,4-2 µm thick, formed by a greenish yellow epispodium of two layers, and a hyaline, pallid, refringent, orthochromatic endospodium. Spores dextrinoid, congophilic, stained intensely of blue with cresyl blue, methylene blue or cotton blue, specially the epispodium. No germ pore. Hymenium covered by 1-3 clamped, septate, piriform, globose or vesiculose sterile cells, 10-40(-50) µm diam. Basidia bisporic, claviform, 10-26 x 6-12 µm, with basal clamps, soon collapsed. Peridial and tramal hyphae banal, interwoven, clamped, 2-12 µm diam., with metachromatic wall. Some oleiferous hyphae are observed in the hymenial trama. Hyphae of the stipe clamped, 1,5-12 µm diam., arranged in dense*

*longitudinal fascicles (Figs. 5-11). Holotype: Spain, Valladolid, Tudela de Duero, near the sand mine of Juarros, 740 m, in a grassy clearing among *Pinus pinea* and *P. pinaster*, on sandy soil, 12-XI-2005, leg. P. Juste, JMV800332 (BCN-myc); Isotype: LIP-0000321.*

### Etimología

De "Iberia" nombre con el cual se conocía a la Península Ibérica en la antigua Grecia.

**Material estudiado:** ESPAÑA, CASTILLA Y LEÓN, SEGOVIA: entre Cuéllar y Sanchonuno, 800 m, entre gramíneas, en un claro herboso de un pinar, con *Pinus pinea* y *P. pinaster*, en substrato arenoso, 12-XI-2005, leg. F. García, JMV800337. VALLADOLID: Tudela de Duero, cerca de la Arenera de Juarros, 740 m, entre gramíneas, en un claro herboso de un pinar de *Pinus pinea* y *P. pinaster*, en substrato arenoso, 12-XI-2005, leg. P. Juste, JMV800332 (*Holotypus*); *Ibidem*, 14-XI-2005, leg. P. Juste, JMV800338; *Ibidem*, 16-XI-2005, leg. P. Juste, JMV800339; Aldeamayor de San Martín, cerca del Arroyo Sangüeño, 750 m, entre gramíneas, en un claro herboso, con *Populus nigra*, *Pinus pinea* y *P. pinaster*, en substrato arenoso, 18-XI-2005, leg. P. Juste, JMV800340.

### Descripción

Basidioma secotioide, semihipogeo, de 8-12 mm de altura, de desarrollo subterráneo semejante al de un *Tulostoma*, de modo que, al desarrollarse el pie, emerge el píleo del sustrato. Píleo globoso, de 3-5 mm de diámetro, seco, fibriloso, lanoso, con granos de arena pegados a la superficie. Inicialmente es de color blanco, luego se mancha de color pardo rojizo (K&W 8D5-8D6), más oscuro en el centro. En los ejemplares jóvenes el margen inferior se halla fusionado al pie y, cuando han completado su desarrollo, se halla escasamente separado o en contacto con el pie, pero sin unirse a éste. Peridio delgado, de 50-100 µm de grosor, que no cambia de color al roce. Se mantiene cerrado en todo momento, incluso en la zona inferior del píleo que envuelve al pie. Gleba laberintiforme que, en *exsiccata*, se disgrega con facilidad con la manipulación, siendo finalmente granulosa pero no pulverulenta. En los ejemplares frescos al principio es de color amarillo verdoso o amarillo grisáceo y finalmente amarillo parduzco

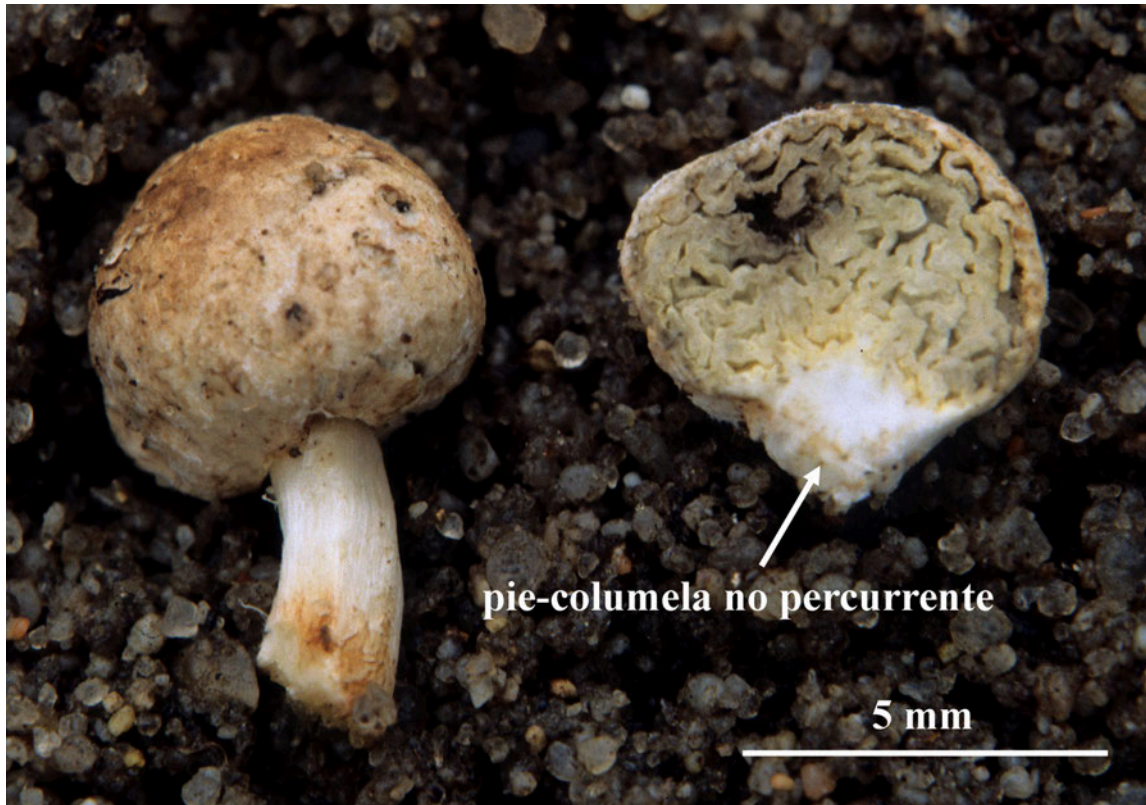


Fig. 3. *Lepiota ibérica*. Basidiomas en su hábitat, donde se puede ver un ejemplar adulto, y uno de joven con el pie-columela aún incipiente, no percurrente, y la gleba laberintiforme de color amarill verdoso (JMV800332, holotipo). Foto: P. Juste.



Fig. 4. *Lepiota ibérica*. Basidiomas en su hábitat, donde se puede ver la gleba de color amarillo parduzco de un ejemplar maduro y la inserción del pie con el píleo. A la derecha, un ejemplar que ha perdido el pie, donde se puede apreciar el punto de inserción (JMV800332, holotipo). Foto: P. Juste.

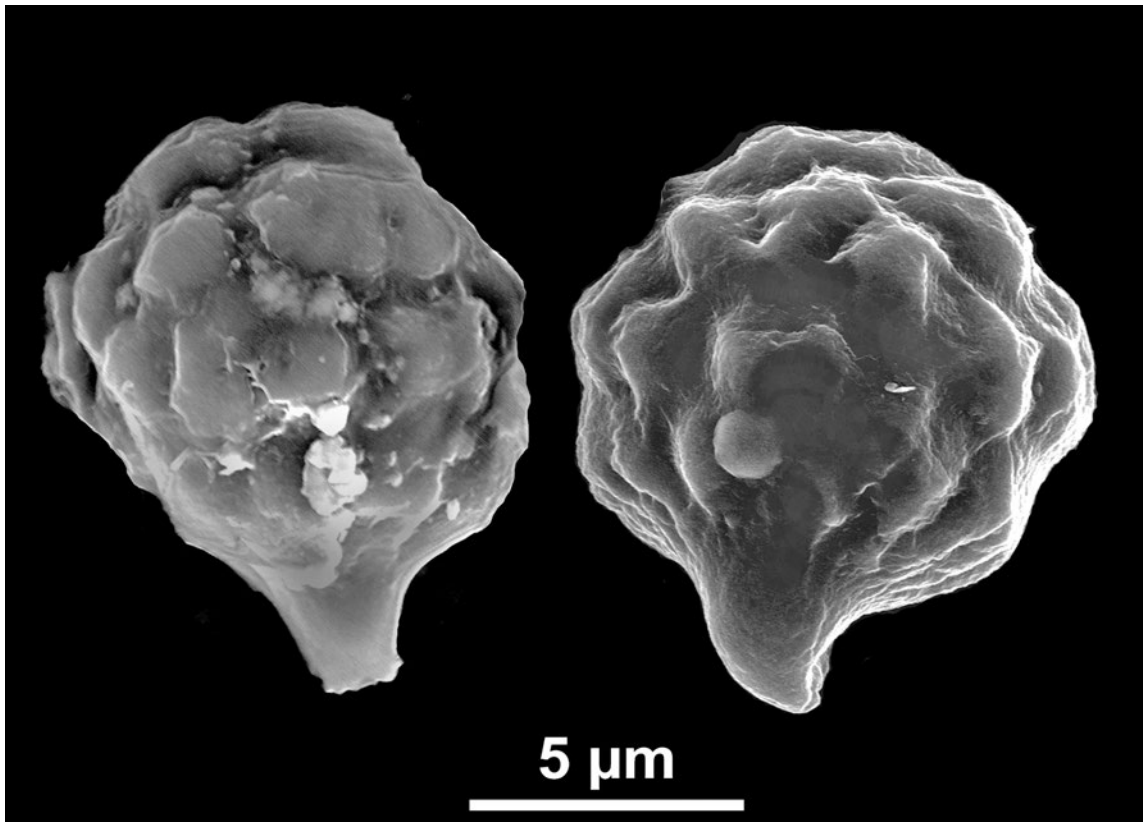


Fig. 5. *Lepiota iberica*. Esporas vistas al SEM, donde se pueden apreciar las grandes verrugas y algunas depresiones circulares en el ectosporio, que indican la presencia de poros en el exosporio subyacente (JMV800332, holotipo). Foto: UdG y C. Roqué.

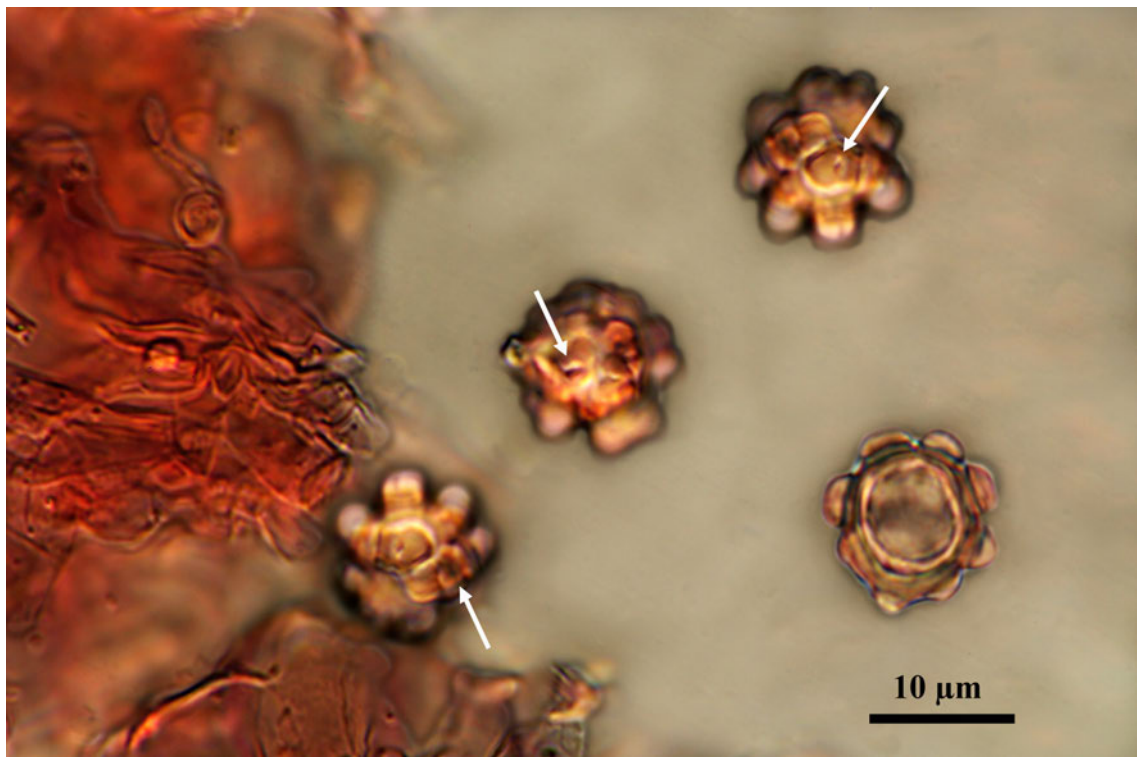


Fig. 6. *Lepiota iberica*. Esporas teñidas con rojo Congo amoniaco vistas en DIC, donde se pueden apreciar diminutas depresiones circulares en la superficie esporal (JMV800332, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

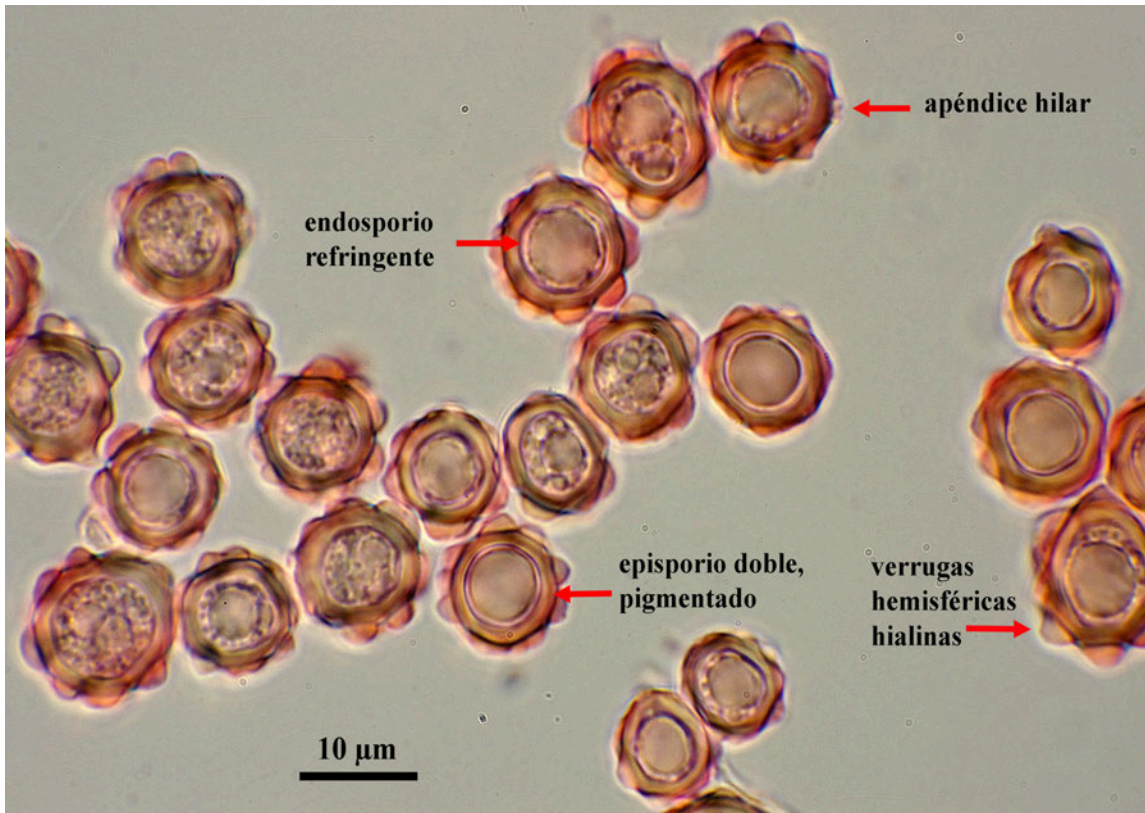


Fig. 7. *Lepiota iberica*. Esporas teñidas con rojo Congo amoniacal, donde se pueden apreciar las distintas capas esporales (JMV800332, holotipo). Foto: J. M. Vidal.

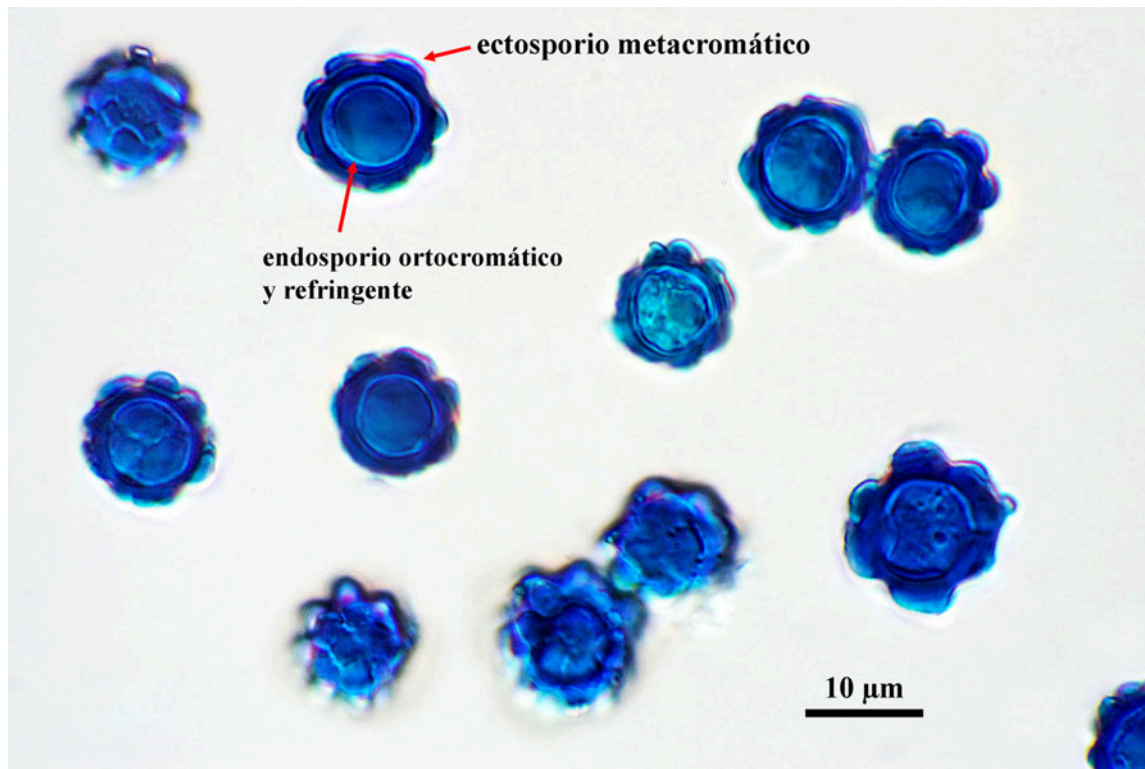


Fig. 8. *Lepiota iberica*. Esporas teñidas con azul de cresilo, donde se puede apreciar la reacción metacromática de color violeta del ectosporio, y el endosporio ortocromático y refringente. (JMV800332, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.



Fig. 9. *Lepiota iberica*. Himenio teñido con rojo Congo. (JMV800337). Foto: J. M. Vidal.

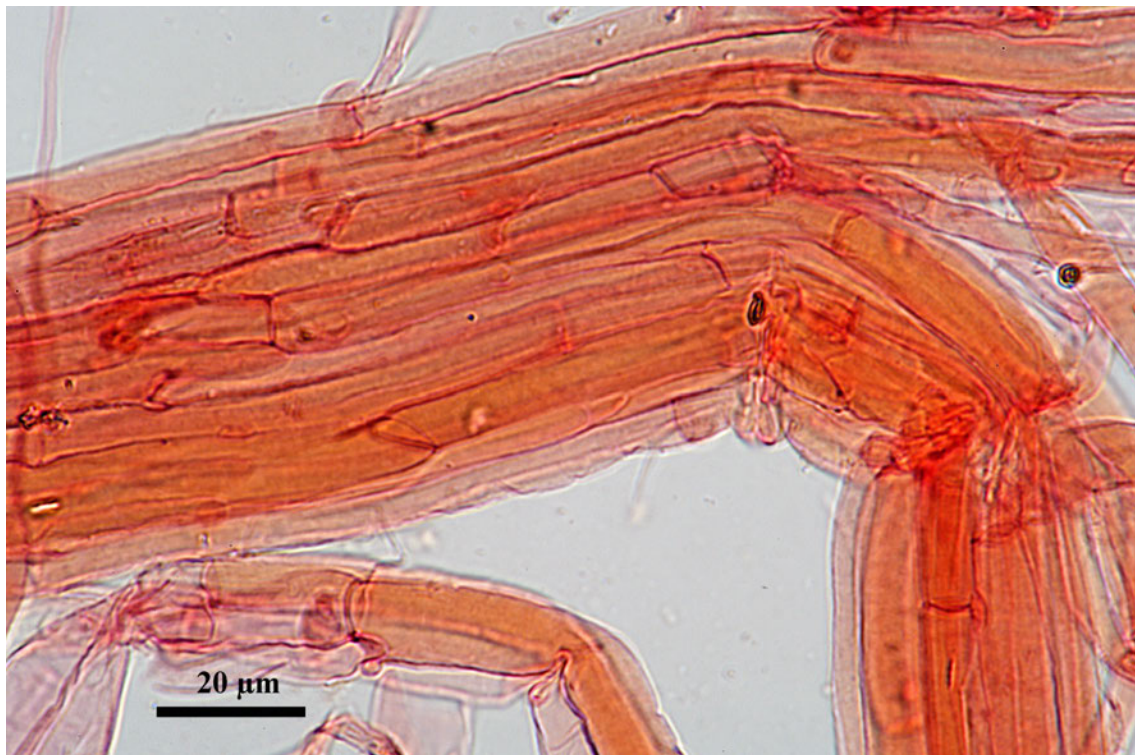


Fig. 10. *Lepiota iberica*. Haces de hifas del pie-columela teñidas con rojo Congo (JMV800337). Foto: J. M. Vidal.

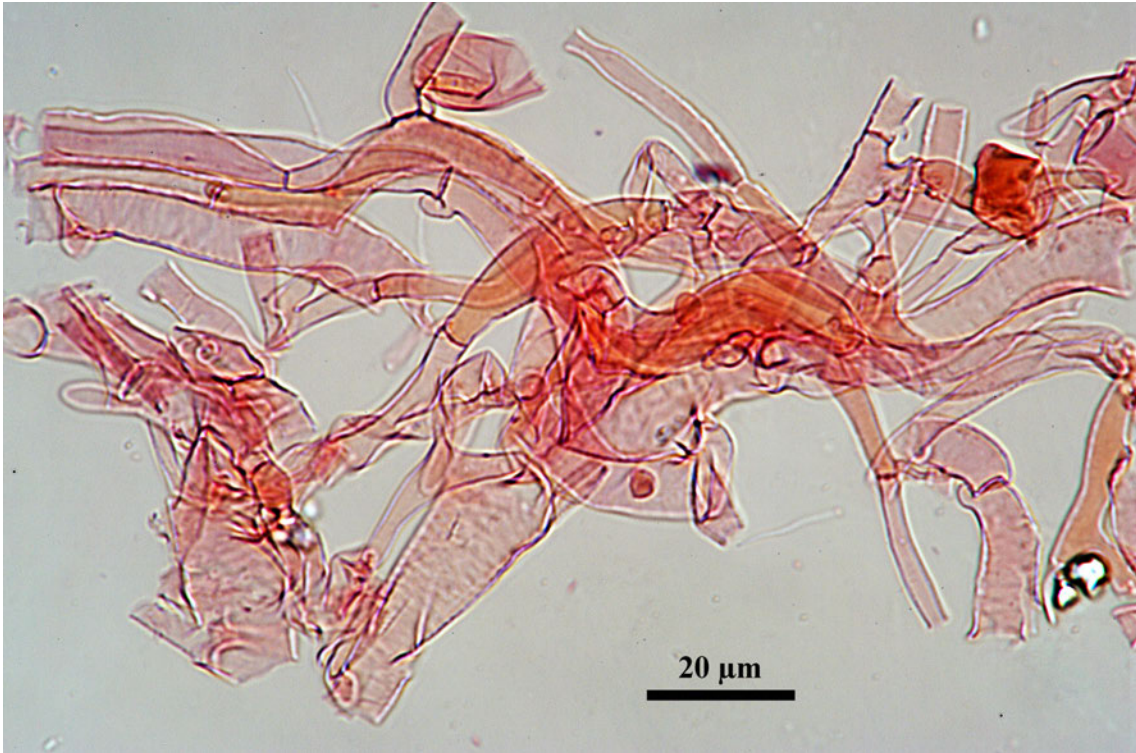


Fig. 11. *Lepiota iberica*. Hifas de la peridiopellis teñidas con rojo Congo (JMV800337). Foto: J. M. Vidal.

(color arena) (K&W 2B2-3B3-4B4) y, en *exsiccata*, de color amarillo grisáceo, pardo canela o pardo grisáceo (K&W 4B3-6D6-6E3). Cámaras diminutas, vacías, de 0,3-0,7 mm. Septos del mismo color que la gleba, de 70-140  $\mu\text{m}$  de grosor. Pie-columela inicialmente cónico, luego cilíndrico, de 4-10 x 1,5-2 mm, no percurrente, penetrando menos de 1 mm en la gleba, acabado abruptamente en forma semiesférica, como en *Tulostoma* o en *Torrendia*, sin ramificaciones y sin conectar con el peridio. Es longitudinalmente fibriloso, de color blanco, y tiene la base manchada de color pardo rojizo, como el píleo. Se separa con facilidad del píleo (caduco), por lo que muchas veces sólo se encuentra el píleo, que muestra una pequeña cavidad basal correspondiente al punto de inserción con el pie. Olor no detectado. (Figs. 3-4).

Esporas verrugosas, gibosas, ortotrópicas, globosas, de 9-14  $\mu\text{m}$  de diámetro (ornamentación incluida) o 8-12  $\mu\text{m}$  (ornamentación excluida),  $Q = 1$ . Son gutuladas, hialinas, de color amarillo verdoso pálido al M.O., y se pueden distinguir 5 capas. Un fino ectosporio membranoso y transparente, que

las recubre en su totalidad, de reacción metacromática (reacción violeta con azul de cresilo o azul de metileno). En su superficie se pueden apreciar diminutas depresiones circulares semejantes a poros, de 0,3-0,5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Ya inmaduras tienen el exosporio verrugoso, finamente porado, el cual se desarrolla hasta formar grandes verrugas hialinas, amarillas (7-9 en vista periférica), de 1-2,5  $\mu\text{m}$  de altura y 1,5-4,5  $\mu\text{m}$  de anchura, de perfil cónico-truncado o hemisférico y de contorno poligonal, con 4-6 caras. Poros de aproximadamente 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro. Pared esporal de 1,4-2  $\mu\text{m}$  de grosor, formada por un episporio de color amarillo verdoso, constituido por dos capas, y un endosporio hialino, pálido, refringente, ortocromático en las esporas maduras (reacción nula con azul de cresilo). Son dextrinoides, congófilas y se tiñen intensamente de azul con azul de cresilo, azul de metileno o azul de algodón, especialmente el episporio. No se aprecia poro germinativo. Apéndice hilar corto. Basidios bispóricos, claviformes, de 10-26 x 6-12  $\mu\text{m}$ , fibulados en la base, pronto colapsados. Esterigmas rectos, de 4-10  $\mu\text{m}$  de longitud. Himenio tapizado de





células estériles, de 10-40(-50) x 8-26  $\mu\text{m}$ , piriformes, globosas o vesiculosas, septadas, con 1-3 septos fibulados. Hifas del peridio y trama himenial banales, entrelazadas, fibuladas, de 2-12  $\mu\text{m}$  de diámetro, de pared metacromática. Se ha observado alguna hifa oleífera en la trama himenial. Hifas del pie fibuladas, de 1,5-12  $\mu\text{m}$  de diámetro, dispuestas en densos haces longitudinales. (Figs. 5-11).

### Comentarios taxonómicos

*Lepiota iberica* presenta una coloración del píleo pardo rojiza semejante a la de *L. olbia*, pero el tamaño es muy superior, de 3-5 mm de diámetro. Carece de columela en el interior de la gleba, a diferencia de *L. olbia*, que tiene un pie-columela percurrente que se une al peridio por el centro del píleo. En *Lepiota iberica* la ornamentación esporal es muy visible, y está formada por grandes verrugas cónico-truncadas o semiesféricas de 1-2,5  $\mu\text{m}$  de altura, mucho más desarrolladas que en el resto de especies de *Lepiota* secotioides estudiadas.

***Lepiota smurfiorum*** J.M. Vidal & F. García, sp. nov.

Mycobank: MB813857

### Diagnosis

*Basidiomata semihypogeous, secotiid, 10-15 mm high. Pileus globose, 4-6 mm diam., dry, smooth, with adhering sand and traces of soil, pure white or with bluish hues by glebal transparency, and with ochraceous spots produced by contact of soil (K&W 5A2). Peridium closed, thin, 80-200  $\mu\text{m}$  thick, not changing of colour when bruising. Gleba initially labyrinthiform, bluish (K&W 21A4-21A5), and finally disintegrated, grey (K&W 21B1-21D1), brownish gray to yellowish brown in exsiccatum (K&W 5B3-5D4 to 5D6). Chambers minute, empty, 0,2-0,6 mm width. Septa 75-125  $\mu\text{m}$  thick, initially blue and finally greyish. Stipe-columella 5-10 x 1,5-2,8 mm, longitudinally fibrillose, blue or bluish white as the gleba, not percurrent, penetrating less than 1 mm in the gleba (like in *Tulostoma* or in *Torrendia*), unbranched and unconnected with the peridium, readily separable, caducous. Odor pleasant, fruity (Fig. 12).*

*Spores heterotropic, verrucose, ovoid to subglobose, 10-15 x 9-12  $\mu\text{m}$  (ornamentation included), Q = 1,25, or globose, 10-13  $\mu\text{m}$  diam. (ornamentation*

*included), Q = 1, often deformed, depressed, gibbose to asteriform, guttulated, hyaline, pale yellow-green colored. Ectosporium very thin, membranous, transparent, metachromatic, with tiny depressions of 0,3-0,5  $\mu\text{m}$  diam in the surface. Exosporium finely pored, initially smooth, then radially and transversally cracked, forming plane or rounded warts of reticulated aspect. Pores about 0,1  $\mu\text{m}$  diam. Warts polygonal of 4-6 sides, of dentiform profile, 0,4-1  $\mu\text{m}$  high x 1-3,5  $\mu\text{m}$  broad (10-15 warts in the periphery). Spore wall 1,2-2  $\mu\text{m}$  thick, formed by a greenish yellow episporium of two layers, and a hyaline, pallid, very refringent, orthochromatic endosporium. Spores dextrinoid, congophilic, and stain intensely of blue with cresyl blue, methylene blue or cotton blue, specially the episporium. Peri-hilar zone radially striate as some *Tulostoma*. No germ pore. Hymenium covered by 1-3 clamped, septate, piriform to vesiculose sterile cells, 14-35 x 10-23  $\mu\text{m}$ . Basidia bisporic, claviform, 13-28 x 8-12  $\mu\text{m}$ , with basal clamps, soon collapsed. Peridial and tramal hyphae banal, interwoven, clamped, 4-14  $\mu\text{m}$  diam., with metachromatic wall. Some oleiferous hyphae are observed in the hymenial trama. Hyphae of the stipe clamped, 2-8  $\mu\text{m}$  diam., arranged in dense longitudinal fascicles (Figs. 13-21). Holotype: Spain, Segovia, between Pedraza and Rades de Arriba, 1.100 m, in a pasture, on sandy siliceous soil, 5-XI-2005, leg. F. García, JMV800331 (BCN-myc); Isotype: LIP-0000322.*

### Etimología

De "smurf", nombre imaginario creado por el dibujante belga Peyo para denominar unos pequeños duendes azules de tocado blanco, originariamente conocidos como Les Schtroumpfs (PEYO, 1960) (The Smurfs, en inglés; Los Pitufos, en español).

**Material estudiado:** ESPAÑA, CASTILLA Y LEÓN, SEGOVIA: entre Pedraza y Rades de Arriba, 1.100 m, en un pastizal, en suelo arenoso, silíceo, 5-XI-2005, leg. F. García, JMV800331 (*Holotypus*).

### Descripción

Basidioma secotioide, semihipogeo, de 10-15 mm de altura, de desarrollo subterráneo semejante al de *Tulostoma*, de modo que, al desarrollarse el pie, emerge el píleo del sustrato. Píleo globoso, de 4-6 mm de diámetro, seco, liso, de color blanco



Fig. 12. *Lepiota smurfiorum*. Basidiomas en su hábitat, donde se puede ver el pie y la gleba de color azul de los ejemplares jóvenes, y la inserción del pie con el píleo: unido al margen en los ejemplares jóvenes, y separado en el ejemplar adulto (JMV800331, holotipo). Foto: F. García.

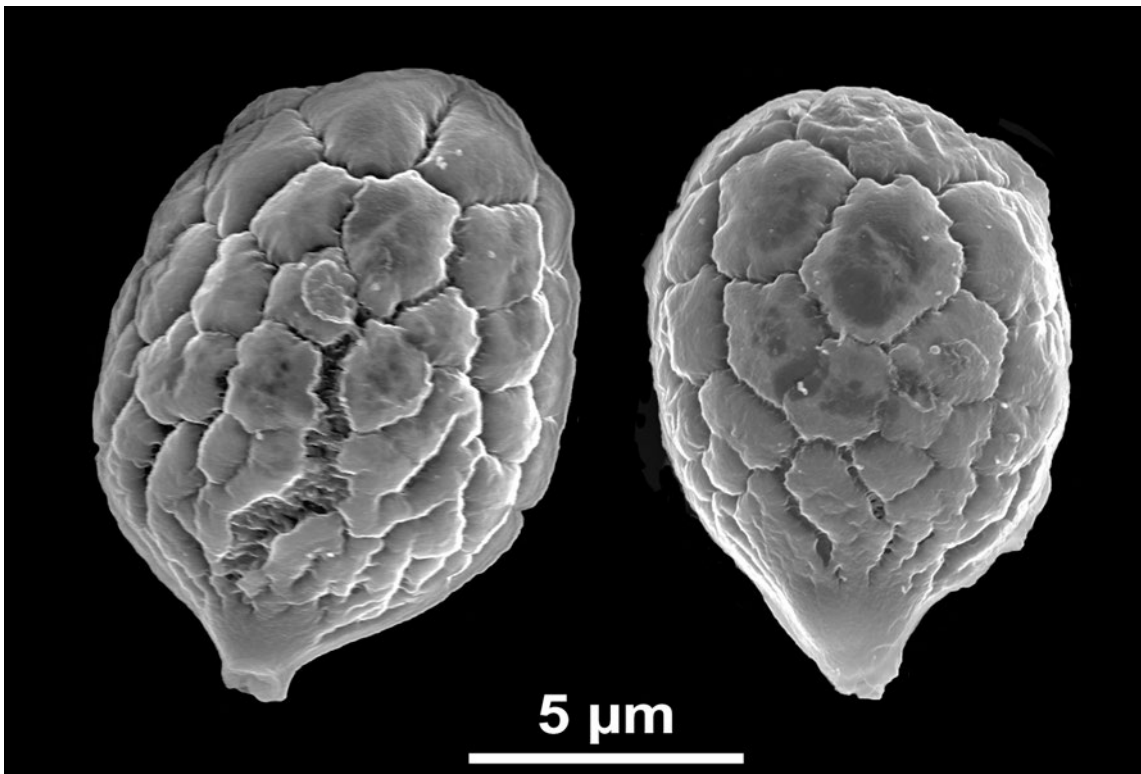


Fig. 13. *Lepiota smurfiorum*. Esporas inmaduras vistas al SEM, donde se pueden apreciar las grandes placas poligonales recubiertas por el ectosporio, las fisuras que se producen en el exosporio y la presencia de diminutos poros (JMV800331, holotipo). Foto: UdG y C. Roqué.



puro o con tonalidades azuladas por transparencia de la gleba, con granos de arena adheridos y manchas de tierra de color ocráceo (K&W 5A2). En los ejemplares jóvenes el margen inferior del píleo se halla unido al pie y, cuando han completado su desarrollo, se halla separado aproximadamente 0,3 mm. Peridio delgado, de 80-200  $\mu\text{m}$  de grosor, de color blanco, que no cambia de color al roce. Se mantiene cerrado en todo momento, incluso en la zona inferior del píleo que envuelve al pie. Gleba laberintiforme que, en *exsiccata*, se disgrega con facilidad con la manipulación, siendo finalmente granulosa pero no pulverulenta. Es de color azulado en los ejemplares muy jóvenes (K&W 21A4-21A5) y de color gris al madurar (K&W 21B1-21D1). En *exsiccata* varía del gris parduzco (K&W 5B3-5D4) al pardo amarillento (K&W 5D6). Cámaras diminutas, vacías, de 0,2-0,6 mm de anchura. Septos primero azules y finalmente grisáceos, de 75-125  $\mu\text{m}$  de grosor. Pie-columela de 5-10 x 1,5-2,8 mm, no percurrente, penetrando aproximadamente 1 mm en la gleba, y que se interrumpe abruptamente en forma semiesférica, como en *Tulostoma* o en *Torrendia*, sin ramificaciones y sin conectar con el peridio. Es longitudinalmente fibriloso, de color azul o blanco azulado, como la gleba. Se separa con facilidad del píleo (caduco), por lo que muchas veces sólo se encuentra el píleo, que presenta una cavidad basal correspondiente al punto de inserción con el pie. Olor agradable, afrutado. (Fig. 12).

Esporas verrugosas, heterotrópicas, ovoideas o subglobosas, de 11-15 x 9-12  $\mu\text{m}$  (ornam. incl.),  $Q = 1,25$ , pero también globosas, de 10-13  $\mu\text{m}$  de diámetro (ornam. incl.),  $Q = 1$ , a menudo deformes, más anchas que largas. Al M.O. aparecen hialinas, de color amarillo verdoso pálido, gutuladas, y se pueden apreciar 5 capas. Un fino ectosporio membranoso y transparente, que las recubre por completo, de reacción metacromática (reacción violeta con azul de cresilo o azul de metileno). En su superficie se pueden observar diminutas depresiones circulares semejantes a poros, de 0,3-0,5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Un exosporio hialino, finamente porado, inicialmente casi liso que, al madurar las esporas, se fisura radial y transversalmente, formando grandes verrugas de color amarillento (10-15 en vista periférica). Poros de aproximadamente 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro. Verrugas de 0,4-1  $\mu\text{m}$  de

altura y 1-3,5  $\mu\text{m}$  de anchura, de perfil dentiforme y superficie aplanada o ligeramente redondeada, con el contorno poligonal (4-6 caras), que proporcionan un aspecto reticulado a la superficie esporal. La pared esporal, de 1,2-2  $\mu\text{m}$  de grosor, está compuesta por un episporio de color amarillo verdoso, constituido por dos capas, y un endosporio pálido, muy refringente y ortocromático (reacción nula con azul de cresilo). Las esporas son dextrinoides, congófilas, y se tiñen intensamente con azul de cresilo, azul de metileno o azul de algodón, especialmente el episporio. La zona perihilar aparece estriada radialmente, de forma parecida a muchas especies de *Tulostoma*. Apéndice hilar cónico, a veces con restos de esterigma. Poro germinativo no observado. Basidios bispóricos, claviformes, de 13-28 x 8-12  $\mu\text{m}$ , con la base fibulada, que se colapsan rápidamente. Himenio tapizado de células estériles, de 14-35 x 10-23  $\mu\text{m}$ , de piriformes a vesiculosas, septadas, con 1-3 septos fibulados. Hifas del peridio y trama himenial banales, entrelazadas, fibuladas, de 4-14  $\mu\text{m}$  de diámetro, de pared metacromática. Se ha observado alguna hifa oleífera en la trama himenial. Hifas del pie fibuladas, de 2-8  $\mu\text{m}$  de diámetro, dispuestas en densos haces longitudinales. (Figs. 13-21).

#### Comentarios taxonómicos

La morfología de esta especie es muy parecida a la de *Lepiota iberica*, diferenciándose por la coloración azulada del pie y gleba de los ejemplares jóvenes, y por las esporas ovoideas, que presentan profundas fisuras de aspecto reticulado en la pared esporal. Al igual que *L. iberica*, carece de columela en el interior de la gleba.

***Lepiota olbia*** (Tul. & C. Tul.) J.M. Vidal & P.-A. Moreau, *comb. nov.*

Mycobank: MB813859

= *Secotium olbium* Tul. & C. Tul., *Ann. Sci. Nat.*, 3 Sér., Bot., IV: 172. 1845. [Basónimo].

#### Diagnosis original

TULASNE & TULASNE (1845: 172, pl. 9, figs. 1-4). *S. perpusillum*, stipite levi cylindrico farcto albo; capitulo sphaerico vel subumbilicato squamuloso-furfuraceo, ex albido brunnescenti, margine crassiore; lacunis interioribus gyrosis paucis angustis subfarctis;

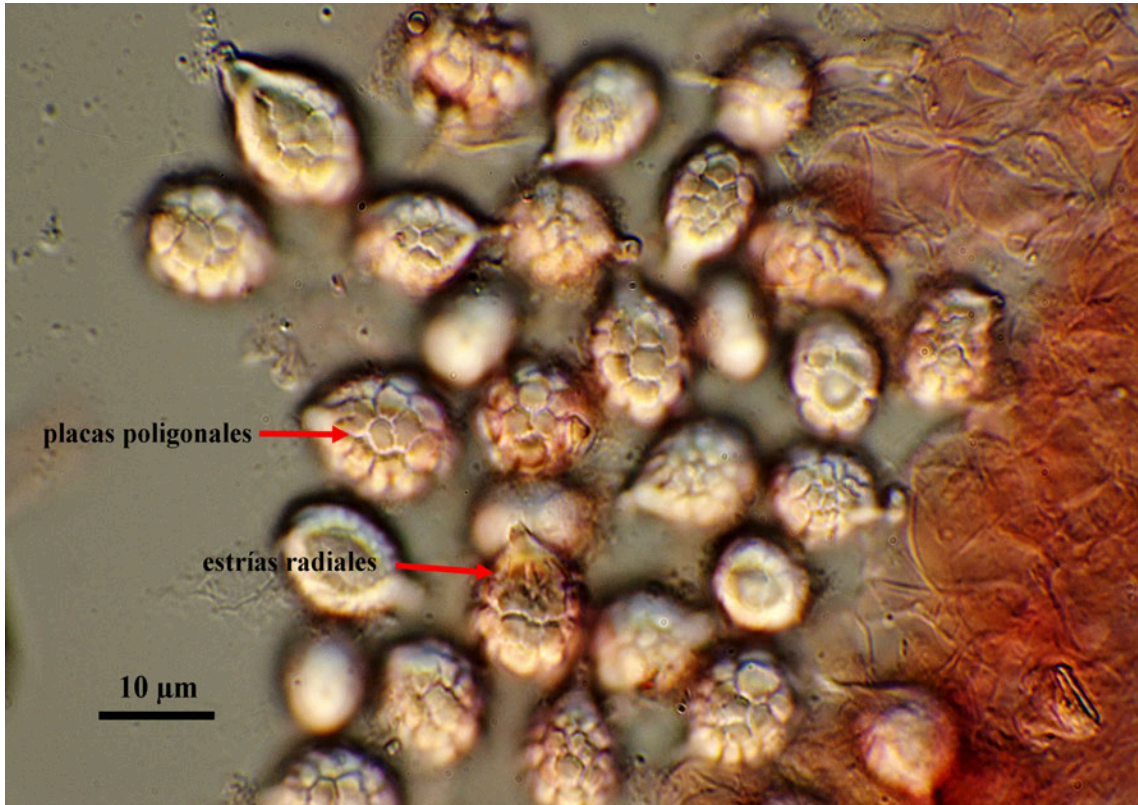


Fig. 14. *Lepiota smurfiorum*. Esporas inmaduras vistas en DIC, donde se pueden apreciar las placas poligonales de la superficie esporal y las estrías radiales de la zona peri-hilar (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal.



Fig. 15. *Lepiota smurfiorum*. Esporas maduras vistas en DIC, donde se pueden apreciar las fisuras de la superficie esporal y las estrías radiales de la zona peri-hilar (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal.

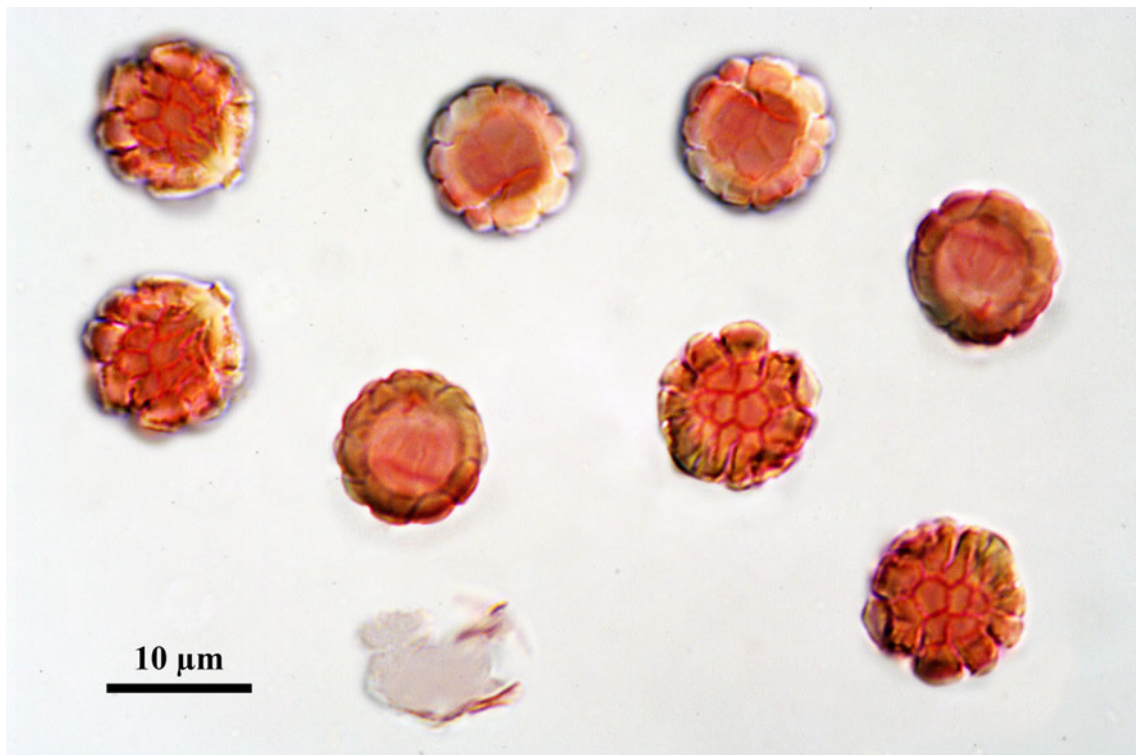


Fig. 16. *Lepiota smurfiorum*. Esporas maduras teñidas con rojo Congo, donde se puede apreciar el aspecto reticulado de la superficie esporal (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

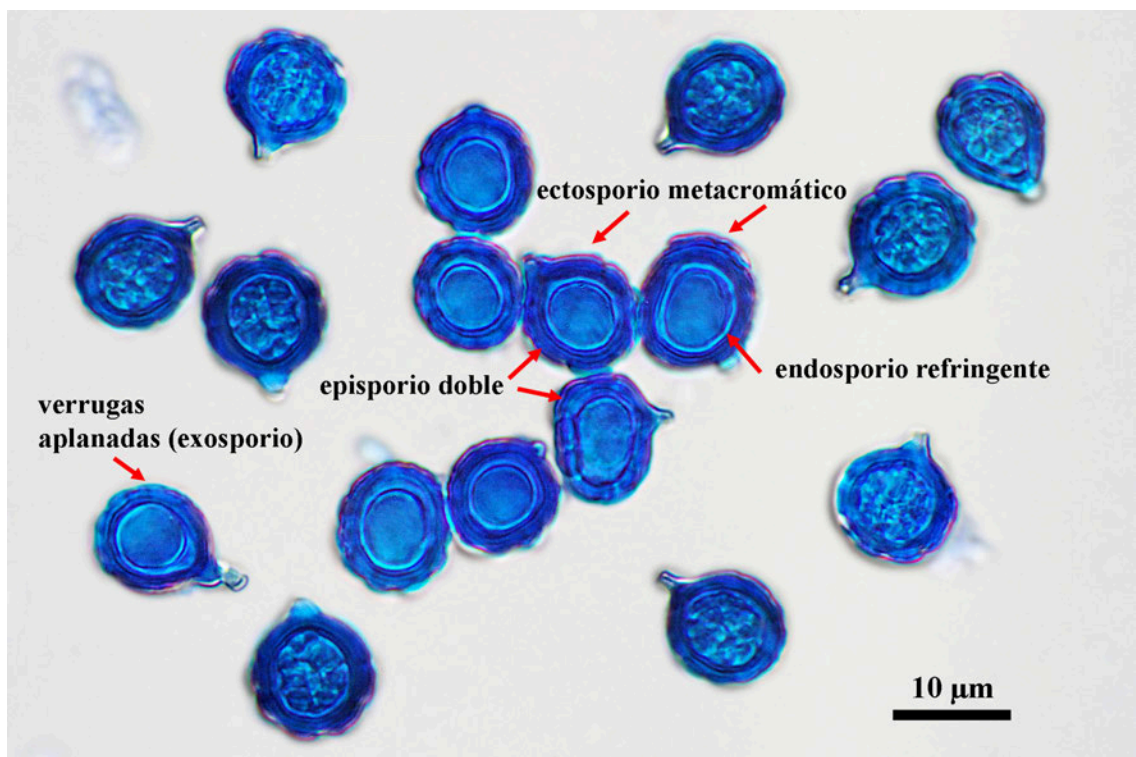


Fig. 17. *Lepiota smurfiorum*. Esporas maduras teñidas con azul de cresilo, donde se puede apreciar la reacción metacromática de color violeta del ectosporio y las diversas capas esporales (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

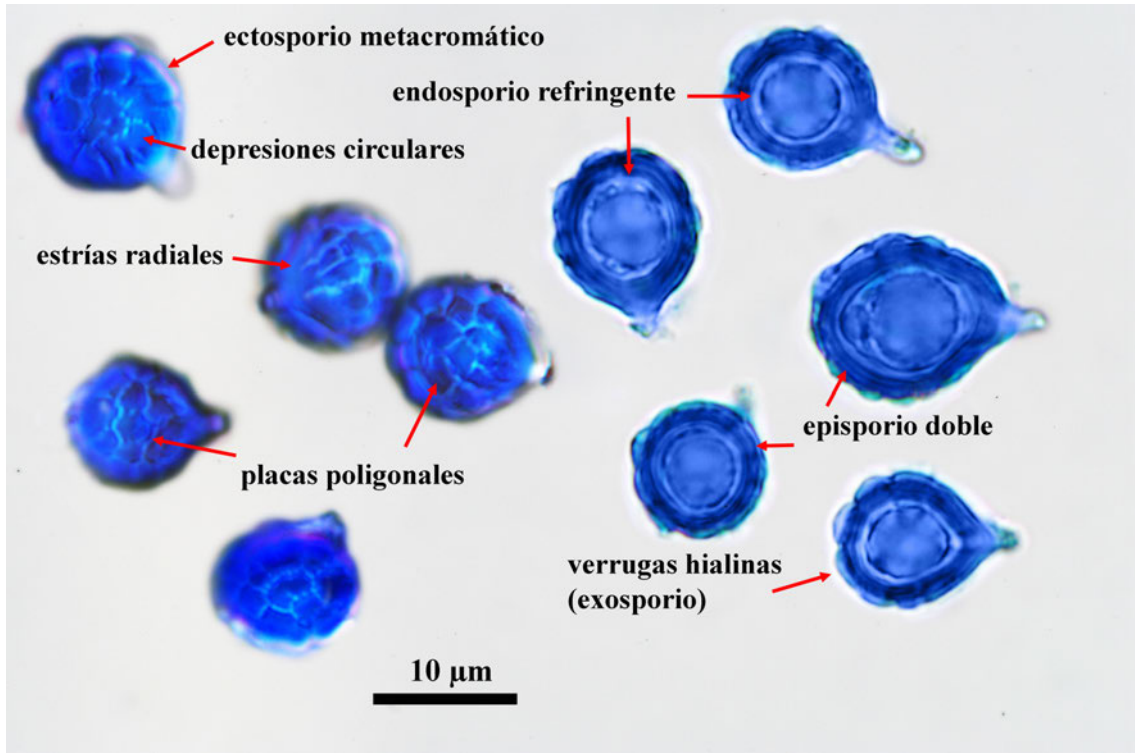


Fig. 18. *Lepiota smurfiorum*. Esporas maduras teñidas con azul de algodón y azul de cresilo, donde se pueden apreciar las capas esporales, la formación de placas poligonales y las diminutas depresiones circulares en el ectosporio (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

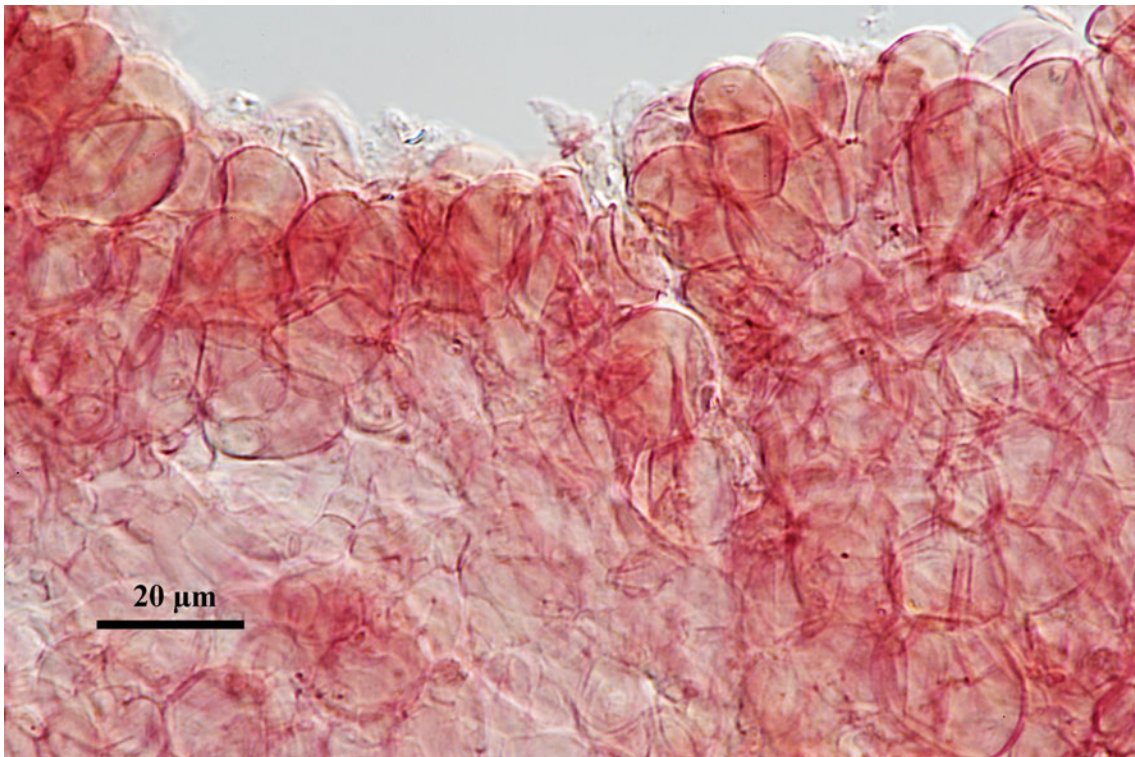


Fig. 19. *Lepiota smurfiorum*. Himenio teñido con rojo Congo (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal.



Fig. 20. *Lepiota smurfiorum*. Hifas del pie-columela teñidas con rojo Congo (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal.



Fig. 21. *Lepiota smurfiorum*. Hifas de la peridiopellis teñidas con rojo Congo (JMV800331, holotipo). Foto: J. M. Vidal.



*septis crassis; sporis sphaericis rugulosis cinereo-vidibus. Fungillus volva s. integumento universalis genuino prorsus destitutus; nondum evolutus forma turbinata gaudet, capitulo scil. cum infimo stipite conico adhuc brevissimo, marginis incrassati (volvae s. veli spurii rudimenta fingentis) gratia, circinnatim concreto. Plantae perfectae, 4-6<sup>mm</sup> nec amplius altae, stipes liber subcylindricus, e basi nempe crassiori sursum paulatim attenuatus, albus, levis nec fibrillosus, plane nudus, intus non fistulosus sed in medio substantia albidiore farctus, ad pileolum usque, in quem continuum abit, sursum productus, gleba cui utrinque adhaeret trajecta. Capitulum minimum et subsphaericum est, in centro saepius, junius praesertim, paulo depressum, tegmine adopertum tenui insolubili ex albo dilute brunnescenti furfuribusque s. papillis ferrugineo-brunneis obscuris arte solubilibus, e pellicula extima lacerata natis, in orbem elegantissime dispositis et pilei versus centrum crebrioribus adornato, unde fungillus Agaricum cristatum nanum quodam modo mentitur; margine vix integro tunc a stipite soluto penitusque discreto. Caro capitulum interiorem replens, seu gleba, carnosula initio alba pedetentim fungillo maturescenti ex toto cinereo-virescens abit, lacunis s. cellulis angustissimis linearibus, paucis, varie directis sed saepius e pileolo ad stipitem curvatim vergentibus, primum admodum vacuis tandem sporis quasi opletis, percurta exsculpta; septis lacunas limitantibus angustis individuis, nec a pileo nec a stipite facile et natura solubilibus, minutis et luci obversis pellucidis. Sporae ad locellorum parietes acrogenae nascentes sphaerae subrugulosae pellucidae a 0<sup>mm</sup>, 135 ad 0<sup>mm</sup>, 180 diametro variant, sterigma minutum retinent. Odor nullus. Crescit quasi solitarius sub foliis deciduis Quercus Suberis fere hypogaeus, in declivibus apricis circa Olbiam Galloprovinciae, hiemali tempore. — Specim. descripta legimus exeunte decembre 1844.*

**Material estudiado:** FRANCIA, PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR, DÉPARTEMENT DU VAR: Hyères (Olbia), "sub foliis deciduis *Quercus suberis*, 30-XII-1844, *Secotium olbiense* Tul., fragmentulum", PC-0084687 holotipo. (Herb. L.-R. Tulasne).

### Descripción

Basidioma secotioide, semihipogeo, de 4-6 mm de altura. Píleo inicialmente de forma turbinada, subumbilicado, luego globoso, minúsculo, de 2-3,5

mm de diámetro, seco, furfuráceo, inicialmente de color blanco, luego con pequeñas escamas erizadas, dispuestas concéntricamente, de color pardo rojizo, más numerosas en el centro del píleo, semejantes en forma y color a las de una pequeña *Lepiota cristata*. Peridio delgado, unido al pie durante gran parte del desarrollo, pero abierto por la base al madurar los ejemplares. Gleba laberintiforme, primero de color blanco, luego gris verdoso. Cámaras poco numerosas, angostas, inicialmente vacías y finalmente repletas de esporas. Septos inicialmente gruesos, que van adelgazándose hasta desaparecer. Pie-columela percurrente que conecta con el peridio, no separable de la gleba, inicialmente cónico, luego cilíndrico, un poco más ancho en la base, liso, no fibriloso, primero de color blanco y finalmente ocráceo. Olor nulo. (Descripción macroscópica a partir de TULASNE & TULASNE, 1845). (Fig. 22).

Esporas verrugosas, ortotrópicas, típicamente globosas, de 12,5-16,5(-18)  $\mu\text{m}$  de diámetro (ornam. incl.),  $Q = 1$ , pero también deformadas, achatadas, de 10,5-16,5 x 11-18  $\mu\text{m}$ ,  $Q = 0,9$  (ornam. incl.). Al M.O. aparecen hialinas, de color amarillo verdoso, gutuladas, y se pueden apreciar 5 capas. Un fino ectosporio membranoso y transparente, que las recubre completamente, de reacción metacromática (reacción violeta con azul de cresilo o azul de metileno). En su superficie se pueden observar diminutas depresiones circulares semejantes a poros, de 0,3-0,5  $\mu\text{m}$  de diámetro, más numerosas en las fisuras que separan las verrugas. Un exosporio de color amarillo, finamente porado, que se desarrolla formando pequeñas verrugas (14-30 en vista periférica). Poros de aproximadamente 0,1  $\mu\text{m}$  de diámetro. Verrugas de 0,4-1  $\mu\text{m}$  de altura y 1-4  $\mu\text{m}$  de anchura, de perfil dentiforme, con la superficie irregular, aplanada o ligeramente redondeada, y de contorno irregularmente poligonal, con 5-7 caras. Pared esporal de 1,4-2  $\mu\text{m}$  de grosor, constituida por un episporio de doble capa, de color amarillo verdoso, de 1-1,2  $\mu\text{m}$  de grosor, y un endosporio de 0,5-0,75  $\mu\text{m}$  de grosor, de color amarillo brillante, refringente y ortocromático (reacción nula al azul de cresilo o de metileno). Son dextrinoides, congófilas y se tiñen intensamente con azul de cresilo, azul de metileno o azul de algodón, especialmente el episporio. Al deshidratarse las esporas, se llenan de aire



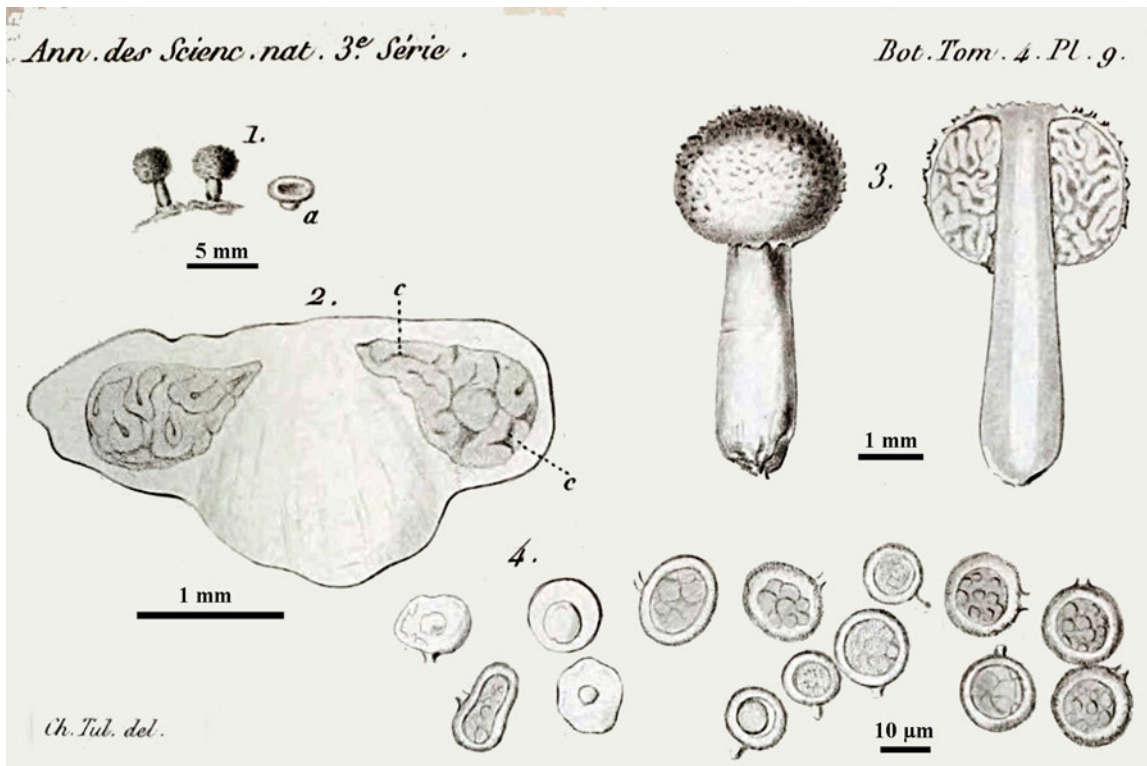


Fig. 22. *Lepiota olbia*. 1: Dos basidiomas adultos y uno joven (a). 2. Corte del ejemplar joven donde se aprecian las cavidades labirintiformes de la gleba (c) y la forma cónica del pie y su unión con el peridio. 3. Ejemplares adultos. 4. Esporas. Ilustración: Charles Tulasne (TULASNE & TULASNE, 1845: pl. 9, figs. 1-4, sub *Secotium olbium* Tul.).

y se vuelven muy refringentes y brillantes. Apéndice hilar corto, de cilíndrico a cónico, de 2-2,5 µm de anchura y 1,2-1,6 µm de longitud, generalmente sin restos de esterigma. No se aprecia poro germinativo. Basidios no observados. Himenio tapizado de células estériles piriformes o subglobosas, septadas, de 10-20 x 7-10 µm. Hifas del peridio y trama himenial banales, entrelazadas, fibuladas, de 3-10 µm de diámetro, de pared metacromática. Hifas del pie no estudiadas. (Descripción microscópica a partir de partículas del material tipo de *Secotium olbium*, PC-0084687). (Figs. 23-25).

#### Comentarios taxonómicos

A pesar de que *Secotium olbium* se describe con un pie-columela percurrente, y que en nuestros ejemplares de *Lepiota iberica* y *L. smurfiorum* no hemos podido observar una verdadera columela percurrente, el resto de caracteres macroscópicos así como microscópicos sí coinciden con los de nuestros ejemplares de *Lepiota* secotioides (Fig. 26). La morfología esporal de *Secotium olbium* es muy parecida

a la de *Lepiota iberica* y *L. smurfiorum*. Todas estas especies tienen hifas fibuladas, basidios bispóricos y esporas globosas o subglobosas, verrugosas, finamente poradas, con un delgado ectosporio metacromático y una gruesa pared esporal de 1,2-2 µm de grosor, constituida por un doble episporio de color amarillo verdoso y un endosporio ortocromático y refringente. Por todos estos razonamientos parece lógico incluir a *Secotium olbium* en el género *Lepiota*, tal como insinuaban TULASNE & TULASNE (1845).

#### *Lepiota tulostomoides* (Pacioni & P. Fantini)

J.M. Vidal & P.-A. Moreau, *comb. nov.*

Mycobank: MB813860

= *Cribrospora tulostomoides* Pacioni & P. Fantini, *Micol. Veget. Medit.* 14(2): 172. 1999. [Basónimo].

#### Diagnosis original

PACIONI & FANTINI (1999: 172, figs. 1a-d). *Gastrocarpis sphaericis stipitatis, parte fertili subglobosa cum stipite-columella percurrenti glebam compactam, viridem infere partim propositam; levi*

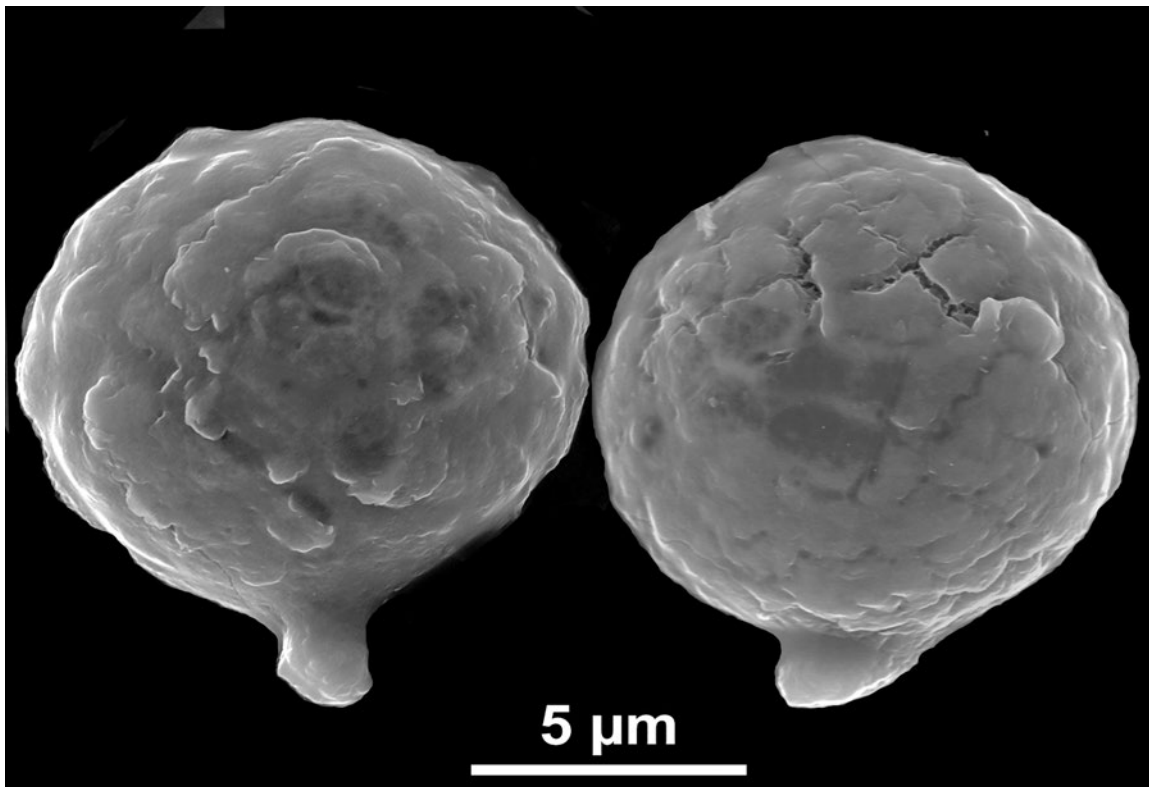


Fig. 23. *Lepiota olbia*. Esporas vistas al SEM, donde se pueden apreciar las verrugas aplanadas recubiertas por el ectosporio, las pequeñas depresiones circulares en el ectosporio y algunas fisuras que delatan la presencia de poros en el exosporio subyacente (PC-0084687, holotipo). Foto: UdG y C. Roqué.

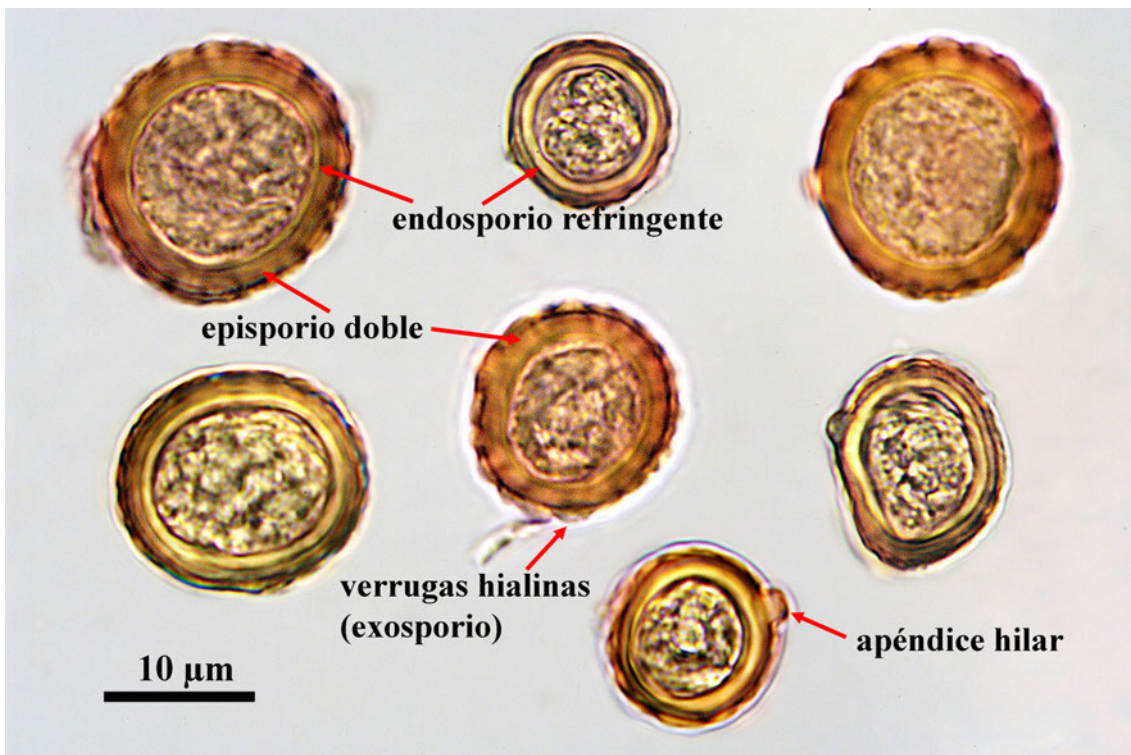


Fig. 24. *Lepiota olbia*. Esporas teñidas con rojo Congo amoniacal, donde se pueden apreciar las distintas capas esporales (PC-0084687, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

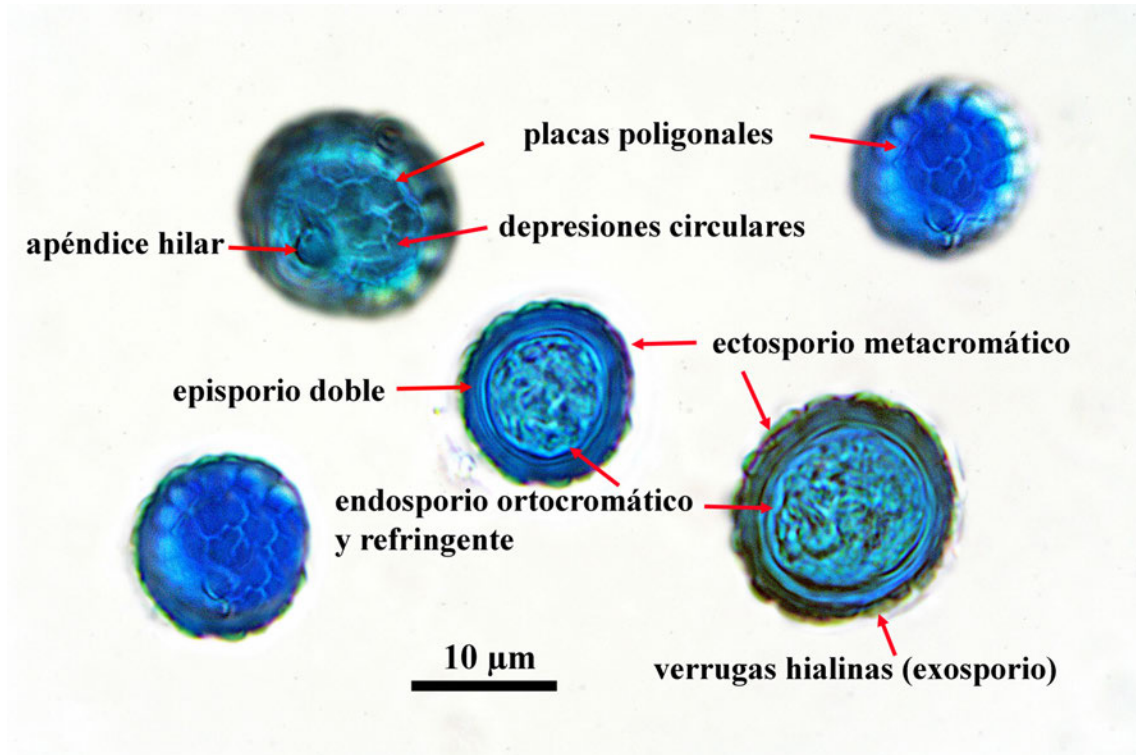


Fig. 25. *Lepiota olbia*. Esporas teñidas con azul de cresilo, donde se puede apreciar la reacción metacromática de color violeta del ectosporio, las distintas capas esporales y la presencia de placas poligonales y diminutas depresiones circulares en la superficie esporal (PC-0084687, holotipo). Foto: J. M. Vidal y A. Paz.

*peridio et stipite albidis siccis. Sporis sphaericis 10-13 μm aut subsphaericis 9-12 x 12-13 μm, cum sterigmatis appendice, pariete 2-3 μm crassa ex parte exteriori longe perforato, gibboso, verrucoso, sine poro germinativo, haud metachromatico, tramae hyphis fibulatis cellulis globosis intermixtis. Holotypus Sardegna, Oristano, loc. Torre Grande, in solo sabuloso sub Cistis, 1.12.1999, leg. P. Fantini.*

#### Comentarios taxonómicos

El género *Cribrospora* Pacioni & P. Fantini se caracteriza por los basidiomas secotioides, semihipogeos, semejantes a pequeños *Tulostoma*, con pie-columela percurrente, gleba compacta de color verde azulado oscuro, presencia de células globosas en la trama himenial y en el peridio, y esporas globosas, verrugosas, con el exosporio finamente perforado, y el episporio y endosporio ortocromáticos, sin poro germinativo. En relación a *Lepiota olbia*, *Cribrospora tulostomoides* también presenta pie-columela percurrente, pero los basidiomas

son mucho mayores, de 10-15 mm de altura en *C. tulostomoides* frente a los escasos 4-6 mm de *L. olbia*, y la constitución de la gleba también es distinta, laberíntica en *L. olbia* y granulosa en *C. tulostomoides*, posiblemente por tener esta última un avanzado estado de maduración. Ambas especies se han encontrado en hábitats cercanos al litoral Mediterráneo, *L. olbia* en Hyères (sur de Francia) y *C. tulostomoides* en Oristano (Cerdeña, Italia).

Después de comparar la fotografía al SEM de las esporas de *Lepiota olbia* con la publicada por sus autores de *Cribrospora tulostomoides* (PACIONI & FANTINI, 1999), observamos una morfología esporal muy parecida y la presencia de similares depresiones circulares en el ectosporio, pero el tamaño de las esporas indicado por sus autores en *C. tulostomoides* es menor, de 10-13 μm en las globosas y de 9-12 x 12-13 μm en las achatadas, frente a las 12,5-16,5(-18) μm y 10,5-16,5 x 11-18 μm, respectivamente, que tienen las de *L. olbia*. Al igual que ocurre con *L. olbia*, *C. tulostomoides* también tiene



	<i>L. iberica</i>	<i>L. smurfiorum</i>	<i>L. olbia</i>	<i>L. tulostomoides</i>
<b>Pileo</b>	3-5 mm	4-6 mm	2-3,5 mm	4-6 mm
<b>Margen pileico</b>	poco separado del pie	poco separado del pie	poco separado del pie	abierto
<b>Peridio</b>	tomentoso, pardo rojizo, 50-100 $\mu\text{m}$	liso, blanco, 80-200 $\mu\text{m}$	escumuloso, pardo rojizo	liso, ocráceo pálido, 170-200 $\mu\text{m}$
<b>Gleba</b>	amarilla > gris parduzca	azul > gris parduzca	blanca > gris verdosa	verde > gris verdosa
<b>Columela</b>	no percurrente	no percurrente	percurrente	percurrente
<b>Pie</b>	caduco	caduco	perenne	perenne
<b>Esporas (ornamentación incluida)</b>	ortotrópicas, globosas 9-14 $\mu\text{m}$	heterotrópicas, de ovoideas 11-15 x 9-12 $\mu\text{m}$ a globosas 10-13 $\mu\text{m}$	ortotrópicas, de globosas 12,5-16,5(-18) $\mu\text{m}$ a achatadas 10,5-16,5 x 11-18 $\mu\text{m}$	ortotrópicas, de globosas 10-13 $\mu\text{m}$ a achatadas 9-12 x 12-13 $\mu\text{m}$
<b>Ectosporio</b>	metacromático	metacromático	metacromático	
<b>Exosporio perforado</b>	grandes verrugas 1-2,5 x 1,5-4,5 $\mu\text{m}$	placas poligonales 0,4-1 x 1-3,5 $\mu\text{m}$	pequeñas verrugas 0,4-1 x 1-4 $\mu\text{m}$	pequeñas verrugas
<b>Verrugas</b>	7-9 en la periferia	10-15 en la periferia	15-30 en la periferia	15-30 en la periferia
<b>Pared esporal (episporio más endosporio)</b>	1,4-2 $\mu\text{m}$ grosor, episporio > 2 capas	1,2-2 $\mu\text{m}$ grosor, episporio > 2 capas	1,4-2 $\mu\text{m}$ grosor, episporio > 2 capas	2-3 $\mu\text{m}$ grosor
<b>Endosporio</b>	ortocromático	ortocromático	ortocromático	ortocromático
<b>Poro germinativo</b>	no	no	no	no
<b>Basidios</b>	bispóricos	bispóricos	bispóricos	bispóricos
<b>Hifas</b>	fibuladas	fibuladas	fibuladas	fibuladas
<b>Hábitat</b>	continental, entre gramíneas y <i>Pinus pinaster</i>	continental, en pastizales	mediterráneo, bajo hojas de <i>Quercus suber</i>	mediterráneo, bajo <i>Cistus salviifolius</i>

Fig. 26. Tabla comparativa entre las especies de *Lepiota* secotioides europeas de esporas poradas (*Cribrospora*).



una microscopía similar a *Lepiota ibérica* y *L. smurfiorum*. Todas ellas tienen hifas fibuladas, basidios bispóricos y esporas globosas con el exosporio perforado y la pared esporal muy gruesa, constituida por un episporio opaco de color amarillo verdoso y un endosporio ortocromático y refringente, carentes de poro germinativo (Fig. 26). Por todos estos razonamientos parece lógico incluir también a *Cribrospora tulostomoides* en el género *Lepiota*.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Antoni Sánchez-Cuixart, conservador del "Centre de Documentació de Biodiversitat Vegetal, Universitat de Barcelona" (CeDocBiv) y a Bart Buyck, conservador del Herbario del "Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris" (PC), por su ayuda en la consulta del material tipo de *Secotium olbium*; a Carles Roqué y a la "Unitat de Microscòpia dels Serveis Tècnics de Recerca, Universidad de Girona" (UdG), por la obtención de fotografías al microscopio electrónico; a Aurelia Paz por su ayuda en los fotomontajes; a Enrique Ballesteros (CSIC, Centro de Estudios Avanzados de Blanes) por la revisión del texto en inglés; y a los comités científico y editorial del Boletín Micológico de FAMCAL por sus indicaciones y correcciones, especialmente al coordinador Luis Parra, por sus aportaciones y consejos.

## REFERENCIAS

- ANISIMOVA, M., M. GIL, J.-F. DUFAYARD, C. DES-SIMOZ & O. GASCUEL (2011). Survey of branch support methods demonstrates accuracy, power, and robustness of fast likelihood-based approximation schemes. *Syst. Biol.* 60(5): 685-99.
- BELLANGER, J.-M., P.-A. MOREAU, G. CORRRIOL, A. BIDAUD, R. CHALANGE, Z. DUDOVA & F. RICHARD (2015). Plunging hands into the mushroom jar: a phylogenetic framework for Lyophyllaceae (Agaricales, Basidiomycota). *Genetica* 143(2): 169-194.
- BON, M. (1993). Flore Mycologique d'Europe 3. Les Lepiotes. *Doc. Mycol., Mém. hors série* 3: 1-153.
- CANDUSSO, M. & G. LANZONI (1990). *Fungi Europaei 4. Lepiota s.l.* Ed. Candusso. Saronno. 743 pp., 80 tab.
- CASTELLANO, M.A. (1995). NATS truffle and truffle-like fungi 4: *Amogaster viridigleba* gen. et sp. nov., a new truffle-like fungus from the Sierra Nevada. *Mycotaxon* 55: 185-188.
- DEREEPER, A., V. GUIGNON, G. BLANC, S. AUDIC, S. BUFFET, F. CHEVENET, J.F. DUFAYARD, S. GUINDON, V. LEFORT, M. LESCOT, J.M. CLAVIERIE & O. GASCUEL (2008). Phylogeny.fr: robust phylogenetic analysis for the non-specialist. *Nucleic Acids Res.* 36:W465-W469, doi: 10.1093/nar/gkn180
- EDGAR, R.C. (2004). MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Res.* 32 (5): 1792-1797.
- GARDES, M. & T.D. BRUNS (1996). Community structure of ectomycorrhizal fungi in a *Pinus muricata* forest: above- and below-ground views. *Canad. J. Bot.* 74: 1572-1583.
- GE, Z.-W. & M.E. SMITH (2013). Phylogenetic analysis of rDNA sequences indicates that sequestrate *Amogaster viridiglebus* is derived from within agaricoid genus *Lepiota* (Agaricaceae). *Mycol. Progr.* 12 (1): 151-155.
- GEML, J., D.M. GEISER & D.J. ROYSE (2004). Molecular evolution of *Agaricus* species based on ITS and LSU rDNA sequences. *Mycol. Progr.* 3(2): 157-176.
- GUINDON, S., J.F. DUFAYARD, V. LEFORT, M. ANISIMOVA, W. HORDIJK & O. GASCUEL (2010). New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: assessing the performance of PhyML 3.0. *Syst. Biol.* 59(3): 307-321.
- KORNERUP, A. & J.H. WANSCHER (1978). *Methuen Handbook of Colour*. 3 ed. Eyre Methuen. London. 252 pp.
- KROPP, B.R., S. ALBEE-SCOTT, M.A. CASTELLANO & J.M. TRAPPE (2012). *Cryptolepiota*, a new sequestrate genus in the Agaricaceae with evidence for adaptive radiation in Western North America. *Mycologia* 104(1): 164-174.
- LEBEL, T. & E.C. VELLINGA (2013). Description and affinities of a sequestrate *Lepiota* (Agaricaceae) from Australia. *Mycol. Progr.* 12(3): 525-532.
- PACIONI, G. & P. FANTINI (1999). *Cribrospora* un nuovo genere secozioide rinvenuto in Sardegna. *Micol. Veg. Medit.* 14 (2): 169-173.



- PADOVAN, F. & M. CONTU (2001). *Notholepiota sardoa* sp. nov., un nuovo gasteromicete filogeneticamente correlato alle Lepiotaceae scoperto in Sardegna. *Boll. Gruppo Micol. G. Bresadola (n. s.)* 44 (2) 31-36.
- PEYO [Pierre Culliford] (1960). *La Flûte à six schtroumpfs*. Ed. Dupuis. Marcinelle. 62 pp.
- RICHARD, F., J.-M. BELLANGER, M. SAUVE, P. CLOWEZ, K. HANSEN, K. O'DONNELL, A. URBAN, R. COURTECUISSÉ & P.-A. MOREAU (2014). True morels (*Morchella*, Pezizales) of Europe and North America: evolutionary relationships inferred from multilocus data and a unified taxonomy. *Mycologia* 107: 359-382.
- RONQUIST, F. & J.P. HUENSELBECK (2003). MrBayes 3: bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19(12): 1572-1574.
- TULASNE, L.R. & C. TULASNE (1845). Description d'une espèce nouvelle du genre *Secotium* Kze. appartenant a la flore française. *Ann. Sci. Nat., 3 Sér., Bot.*, 4: 169-177, pl. 9.
- VELLINGA, E.C. (2001). *Lepiota* (Pers. : Fr.) S.F. Gray: 109-151. In: NOORDELOOS, M.E. & al. *Flora Agaricina Neerlandica* 5: 109-151. A.A. Balkema Publishers, Lisse, Abingdon, Exton (PA), Tokyo.
- VELLINGA, E.C. (2002). New combinations in *Chlorophyllum*. *Mycotaxon* 83: 415-417.
- VELLINGA, E.C. (2003). Phylogeny of *Lepiota* (Agaricaceae). Evidence from nrITS and nrLSU sequences. *Mycol. Progr.* 2(4): 305-322.
- VELLINGA, E.C., R.P.J. DE KOK & T.D. BRUNS (2003). Phylogeny and taxonomy of *Macrolepota* (Agaricaceae). *Mycologia* 95: 442-456.
- VILA, J. & E. CASTELLÓN (2003). Observaciones sobre *Notholepiota sardoa* Padovan & Contu. *Cryptog. Mycol.* 24(4): 303-307.
- VILGALYS, R. & M. HESTER (1990). Rapid genetic identification and mapping of enzymatically amplified ribosomal DNA from several *Cryptococcus* species. *J. Bacteriol.* 172: 4238-4246.



# Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (I)

MARTÍNEZ-GIL, R.<sup>1</sup> & A. CABALLERO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Parque San Miguel 12, 2.º A, 26007 Logroño, La Rioja, España (Grupo Cultural Micológico Verpa). E-mail: laruyna@ono.com

<sup>2</sup> C/ Andalucía 3, 4.º dcha., 26500 Calahorra, La Rioja, España (Grupo Cultural Micológico Verpa). E-mail: acamo@ono.com

**Resumen:** MARTÍNEZ-GIL, R. & A. CABALLERO (2015). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 73-88. Se describen e ilustran 8 taxones del phylum *Ascomycota*: *Ascobolus behnitziensis* Kirschst., *Chloroscypha alutipes* (W. Phillips) Dennis, *Ciboria* cf. *americana* E.J. Durand, *Lachnum pygmaeum* (Fr.) Bres., *Lamprospora hispanica* Benkert, *Parascutellinia arctespora* (Cooke & W. Phillips) T. Schumach., *Peziza lividula* W. Phillips y *Thecotheus rivicola* (Vacek) Kimbr. & Pfister. Se aporta información corológica y se añaden algunos comentarios taxonómicos. **Palabras clave:** Fungi, *Ascomycota*, taxonomía, corología, La Rioja, España.

**Summary:** MARTÍNEZ-GIL, R. & A. CABALLERO (2015). Rare or interesting Ascomicetes from La Rioja, Spain (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 73-88. Eight taxa of the phylum *Ascomycota*: *Ascobolus behnitziensis* Kirschst., *Chloroscypha alutipes* (W. Phillips) Dennis, *Ciboria* cf. *americana* E.J. Durand, *Lachnum pygmaeum* (Fr.) Bres., *Lamprospora hispanica* Benkert, *Parascutellinia arctespora* (Cooke & W. Phillips) T. Schumach., *Peziza lividula* W. Phillips and *Thecotheus rivicola* (Vacek) Kimbr. & Pfister are described and illustrated. Chorologic information and some taxonomic comments are also provided. **Keywords:** Fungi, *Ascomycota*, taxonomy, chorology, La Rioja, Spain.

## INTRODUCCIÓN

Los hongos del filo *Ascomycota* constituyen un grupo amplísimo de hongos caracterizados por tener las esporas encerradas en pequeños sacos denominados tecas, ascas o ascos. En muchos casos, los ascomas son diminutos y pasan desapercibidos para el "recolector de setas". Son los hongos más difundidos sobre el planeta.

Se comportan de forma saprofita o parásita generalmente, pero también existen especies micorrizógenas. Su hábitat es muy variado: terrestre, húmicola, lignícola, muscícola, coprófilo, pirófilo, acuático, hipogeo, etc.

DENNIS (1981), en su monografía para el Reino Unido, describe ya más de 1.800 especies incluidas en más de 780 géneros, y esto, es sólo una pequeña contribución, aunque importante, respecto a los taxones reconocidos actualmente, en un número cercano a 65.000 (KIRK & *al.*, 2008).

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las colecciones aquí representadas han sido fotografiadas macroscópicamente *in situ*. Para ello, se han utilizado una cámara digital Olympus

C-70 Zoom y otra réflex Sony  $\alpha$ 330 con un objetivo Minolta 100 macro, con uso de trípode y luz natural.

Una vez en el laboratorio, se les ha asignado un número de herbario. Se han realizado las descripciones macroscópicas y microscópicas basadas en el material aún fresco y, posteriormente, se han deshidratado convenientemente para su conservación en herbario. Para las observaciones microscópicas y sus correspondientes descripciones, se ha utilizado un microscopio óptico Motic DM-BA 200, con cámara microfotográfica Moticam 2000 conectada a un ordenador y con el programa "Motic Images Plus 2.0" oficial de la marca, con el que se han realizado las fotografías de microscopía. Posteriormente, han sido tratadas convenientemente con un programa informático para imágenes (Adobe Photoshop). El autor de todas las fotos es R. Martínez-Gil, y su tratamiento y composición ha sido realizado por A. Caballero.

Los líquidos y reactivos empleados para la observación microscópica han sido H<sub>2</sub>O, solución Melzer o IKI, azul algodón o azul de lactofenol, azul de metileno y rojo Congo amoniacal.

El material ha sido depositado en el herbario particular del Grupo Cultural Micológico Verpa



(GCMV), con las referencias del autor Rubén Martínez (RM).

En cuanto a la terminología utilizada en las descripciones y comentarios, se ha intentado evitar en lo posible ciertos anglicismos, galicismos o "adaptaciones"; y se ha procurado usar la terminología admitida por el *Diccionario de la Lengua Española* de la R.A.E. (2014), salvo excepciones donde se prefiere utilizar cierta terminología específica usada habitualmente en el campo de la micología. Para la nomenclatura de los autores se ha seguido la propuesta por Index Fungorum en "Authors of Fungal Names".

## RESULTADOS

### Taxonomía

1. – *Ascobolus behnitzensis* Kirschst., *Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenb.* 48: 47 (1907) [1906] (Fig. 1).

**Material estudiado:** LA RIOJA: Ventosa, 42° 25' 3" N - 2° 37' 55" W, 644 m, sobre suelo arenoso dentro de un encinar, 1-VI-2013, *leg.* GCMV, RM-1106.

### Descripción

Ascomas de hasta 7 mm de diámetro, sésiles, en forma de disco con el margen algo irregular. Himenio liso y de color pardo a púrpura negruzco a medida que van madurando sus esporas. Superficie exterior algo furfurácea y de color beige. Carne frágil, de color amarillo verdoso.

Ascas de 220-280 x 20-24  $\mu\text{m}$ , cilíndricas, claviformes, con uncínulos basales o pleurorricas, reacción positiva al IKI en las paredes, y con 8 esporas biseriadas o dispuestas irregularmente. Esporas de (18,9–)19,1-21,7-24,2(–24,5) x (11,8–)12-12,8-13,5(–13,8)  $\mu\text{m}$ , Q = (1,45–)1,50-1,67-1,84(–1,90), n = 31, elipsoidales, primero hialinas, luego purpúreas y al final pardas, empezando a cuartearse desde el comienzo de su maduración hasta formar pequeñas placas. Paráfisis de hasta 5  $\mu\text{m}$  de grosor, filiformes, hialinas, septadas, algo engrosadas en los septos y ramificadas sobre todo en el tercio superior, rodeadas de una sustancia gelatinosa de color amarillento, donde a veces se forman unas placas de color pardo. Excípulo ectal formado por cadenas de células globosas de unas

20  $\mu\text{m}$  de diámetro, de color amarillento a pardo y que se van alargando hasta ser casi cilíndricas en sus extremos más alejados.

### Comentarios

Especie terrestre descrita originariamente de Alemania (Gross-Behnitz, Prov. Brandenburg). SACCARDO & TROTTER (1913) dan unas medidas esporales de 15-26 x 9-16  $\mu\text{m}$ , reticulado-estriadas. BRUMMELEN (1967), en su monografía, las describe como adornadas por una fina red estriada, con unas medidas de 19-22,5(–23,5) x 11-13,5(–14,5)  $\mu\text{m}$ , considerándola una especie muy rara y encontrada solamente en Europa. Para MEDARDI (2006) las esporas serían reticuladas y de 18-20 x 8-12  $\mu\text{m}$ . VOOREN (2012) las describe, en su madurez, con la superficie cuarteada en pequeñas placas y con unas medidas de (21–)22-26 x 12-13,5  $\mu\text{m}$ .

2. – *Chloroscypha alutipes* (W. Phillips) Dennis, *Persoonia* 3 (1): 34 (1964) (Fig. 2).

= *Peziza alutipes* W. Phillips, *Grevillea* 7 (41): 23 (1878)

= *Phialea alutipes* (W. Phillips) Sacc., *Syll. Fung.* 8: 266 (1889)

= *Hymenoscyphus alutipes* (W. Phillips) Kuntze, *Rev. Gen. Pl.* 3 (2): 485 (1898)

**Material estudiado:** LA RIOJA: Logroño (Parque La Grajera), 42° 26' 45" N - 2° 30' 38" W, 444 m, sobre ramitas y hojas de *Juniperus sabina* ornamental, 13-II-2010, *leg.* GCMV, RM-824. *Ibidem*, 8-XII-2011, *leg.* GCMV, RM-2111. *Ibidem*, 30-IX-2012, *leg.* GCMV, RM-2175. Viguera, 42° 16' 51" N - 2° 32' 10" W, 1110 m, sobre hojas de *Juniperus communis*, 20-VI-2013, *leg.* GCMV, RM-2210.

### Descripción

Ascomas de hasta 2 mm de diámetro, provistos de un largo estípote de hasta 8 mm de longitud, gregarios, con forma de copa, discoidales en la madurez. Himenio liso, de color amarillo citrino al comienzo, luego amarillo oliva y al final pardo claro. Estípote concolor al resto, salvo en la vejez, que va ennegreciendo desde su base.

Ascas de 120-140 x 12-14  $\mu\text{m}$ , cilíndricas, más estrechas hacia la base, con uncínulos basales o pleurorricas, amiloides y con 8 esporas bise-



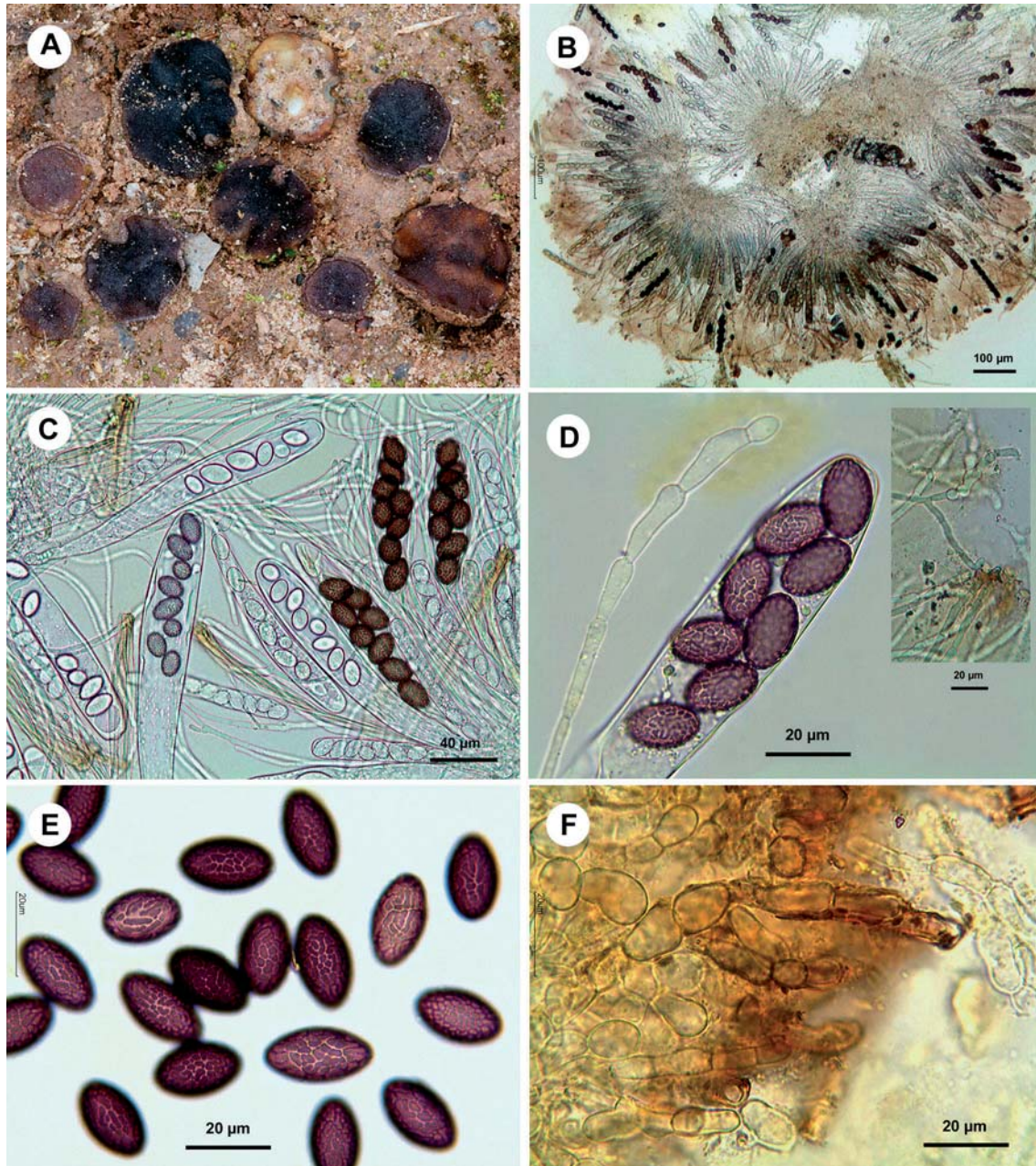


Fig. 1. *Ascobolus behntziensis* (RM-1106). A: Ascoms. B: Vista general de microscopía en reactivo IKI. C: Himenio. D: Asca con esporas y paráfisis (dcha. detalle paráfisis). E: Esporas maduras. F: Excipulo ectal.

riadas o dispuestas irregularmente. Esporas de  $(22,2-22,6-25,4-28,2(-28,7) \times (5,8-6,6-7,3(-7,5) \mu\text{m}$ ,  $Q = (3,13-3,3-3,8-4,5(-4,86)$ ,  $n = 40$ , fusiformes, hialinas, con 1-2(-3) grandes gúttulas entre otras pequeñas y numerosas. Paráfisis bifurcadas y engrosadas hacia el ápice de hasta  $5 \mu\text{m}$  de grosor, filiformes, septadas, con vacuolas en el interior y rodeadas de un gel amarillento. Excipulo ec-

tal formado por largas células cilíndricas rodeadas también de un gel amarillento.

#### Comentarios

Según SEEVER (1951), las esporas miden  $18-20 \times 5-8 \mu\text{m}$  en el material norteamericano estudiado. Para DENNIS (1963), también de material norteamericano de California, son de  $16-22 \times 5-6$

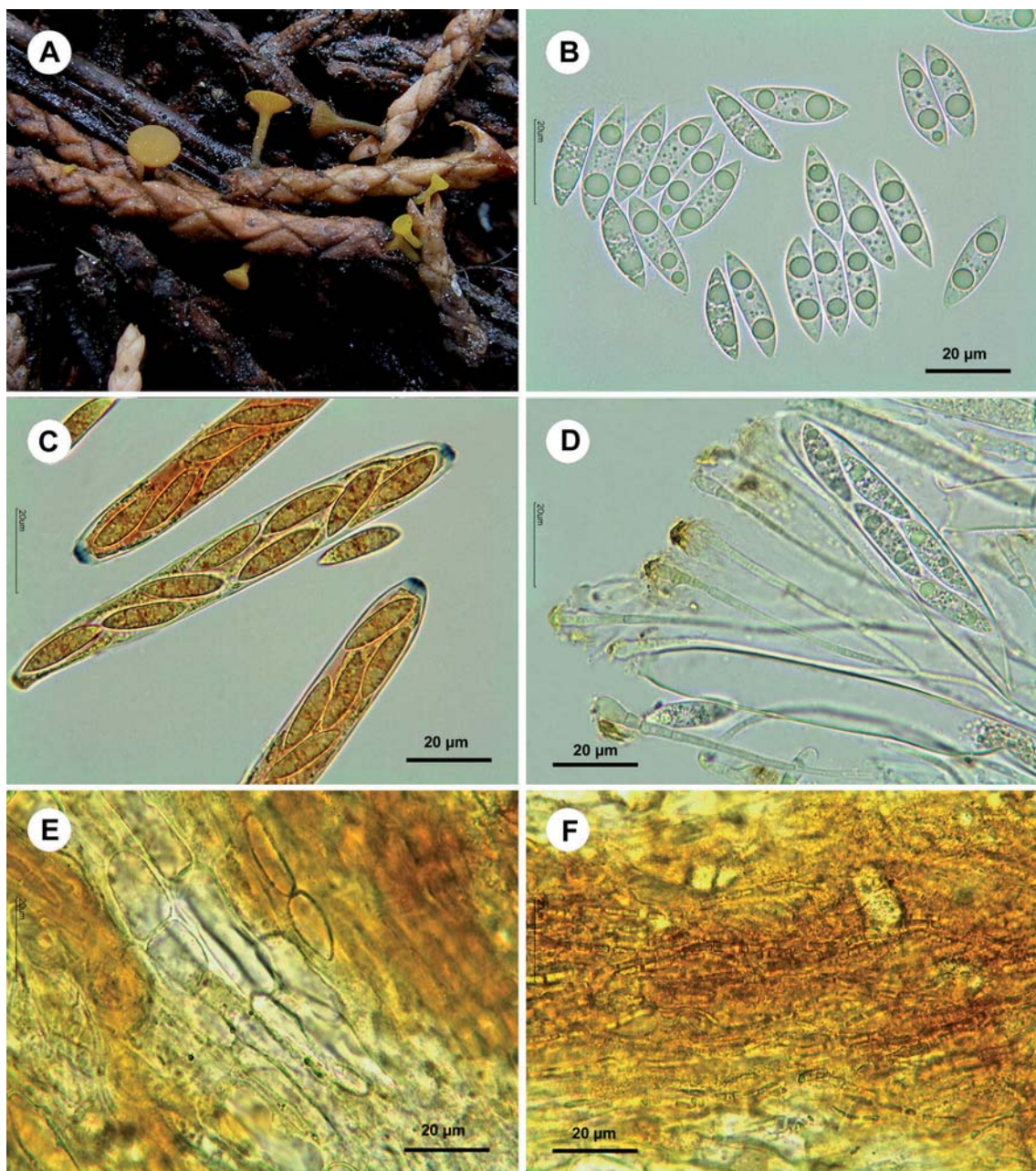


Fig. 2. *Chloroscypha alutipes* (RM-2175). A: Ascomas. B: Esporas. C: Ascis con esporas en reactivo IKI. D: Himenio (ascas, esporas y paráfisis) en H<sub>2</sub>O. E: Excípulo medular. F: Excípulo ectal.

µm. PETRINI (1982) da unas medidas esporales de 16-23 x 5-8 µm, en ascas de 90-120 x 12-15 µm, y considera esta especie como usual en *Calocedrus* y ocasional en *Juniperus*.

**3. – *Ciboria* cf. *americana*** E.J. Durand, *Bull. Torrey Bot. Club* 29: 461 (1902) (Fig. 3).

≡ *Rutstroemia americana* (E.J. Durand) W.L. White, *Lloydia* 4: 188 (1941)

≡ *Poculum americanum* (E.J. Durand) M.P. Sharma & K.S. Thind, *in* Thind, Sharma & Singh, *Bibl. Mycol.* 91: 273 (1983)

**Material estudiado:** LA RIOJA: Almarza de Cameros, 42° 15' 12" N - 2° 34' 21" W, 1040 m, sobre cáscaras de *Castanea sativa*, 6-XII-2012, *leg.* GCMV, RM-1071.

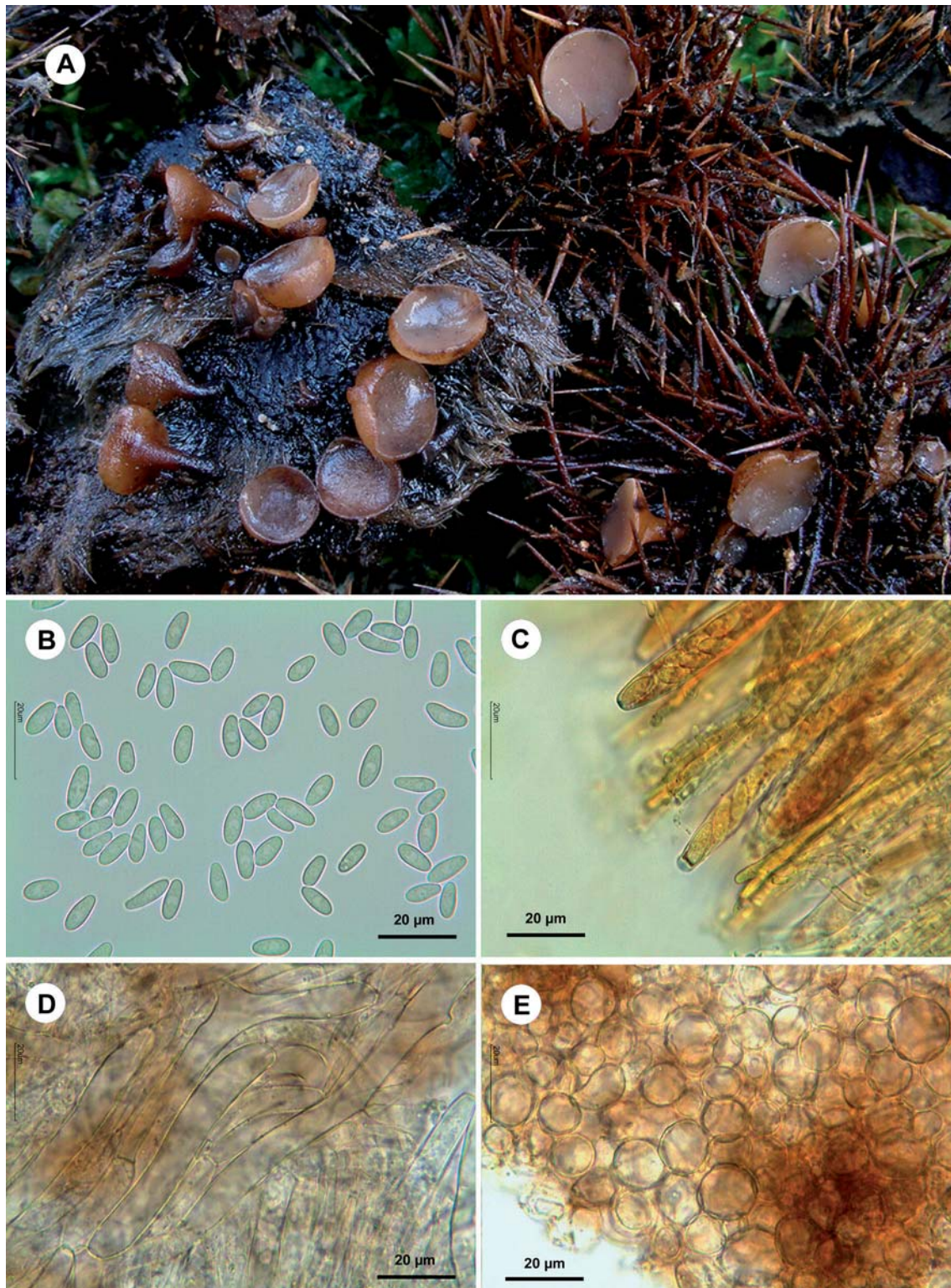


Fig. 3. *Ciboria* cf. *americana* (RM-1071). A: Ascomas. B: Esporas. C: Ascas con esporas en reactivo IKI. D: Excípulo medular. E: Excípulo ectal.

### Descripción

Especie caracterizada por sus ascomas de hasta 6 mm de diámetro, provistas de un estípite de hasta 8 mm de longitud, gregarias, con forma de copa y ensanchándose hasta discoidales en su madurez. Himenio liso, de color marrón pálido a pardo. La cara externa es furfurácea y de colores similares al himenio. Estípite de color pardo rojizo y ennegrecido en la parte inferior.

Ascas de 90-120 x 8-11  $\mu\text{m}$ , cilíndricas, más estrechas hacia la base, con uncínulos basales o pleurorricas, amiloides y con 8 esporas agrupadas desordenadamente cerca del ápice. Esporas de (8,2–)8,6-10,2-11,7(–12,7) x (3,5–)3,7-4,1-4,5(–4,6)  $\mu\text{m}$ , Q = (1,90–)2,07-2,54-3,00(–3,06), n = 44, elipsoidales, hialinas, lisas, asimétricas, sin gúttulas en el interior y con un solo núcleo fácilmente visible al microscopio. Paráfisis apenas engrosadas en el ápice, de hasta 5  $\mu\text{m}$  de grosor, filiformes, septadas, con contenido vacuolar interno. Excípulo medular formado por hifas cilíndricas paralelas al himenio de hasta 10  $\mu\text{m}$  de ancho, sinuosas, septadas. Excípulo ectal formado por células globosas de unas 15  $\mu\text{m}$  de diámetro, de color pardo rojizo.

### Comentarios

DURAND (1902) describe originariamente las esporas de *Ciboria americana* de 9-12 x 4-5  $\mu\text{m}$  y sin gúttulas, en ascas de 75 x 9  $\mu\text{m}$ , y asociada con erizos de *Castanea vesca* (considerada como sinónimo de *C. sativa* por diversos autores). Para DENNIS (1981) es una especie común asociada a *Castanea sativa*, con esporas de 7,5-11 x 3,5-4,5  $\mu\text{m}$  y ascas de 70-80 x 8-9  $\mu\text{m}$ . PALMER & al. (1994) la asocian con *Quercus*, pero también con *Castanea*, aportando unas medidas esporales medias de 6,6-8,1-9,8 x 2,7-3,3-4  $\mu\text{m}$  (n = 90, de 9 colecciones), en ascas de 71,8-81-91 x 5,2-6,1-7,1  $\mu\text{m}$  (n = 80, de 8 colecciones), comentando además, que dada la variabilidad de las dimensiones esporales en diversas colecciones, puedan estar involucradas otras especies. Para TELLO (s. d.), con material español sobre *Quercus ilex*, las esporas son mononucleadas, de (6,77–)7,34-9,25(–11,20) x (3,31–)3,54-3,99(–4,45)  $\mu\text{m}$ , con una media = 8,27 x 3,76  $\mu\text{m}$ , en ascas de 83,56-87,51 x 7,41-7,96  $\mu\text{m}$ .

*Ciboria batschiana* (Zopf) N.F. Buchw., viene descrita en DENNIS (1981) asociada a frutos de *Quercus*, con esporas de 6-11 x 4-6  $\mu\text{m}$  en ascas de hasta 150 x 8  $\mu\text{m}$ . PALMER & al. (1994) la asocian con *Quercus*, pero también con *Castanea*, aportando unas medidas esporales medias de 7,4-8,9-10,5 x 3,6-4,5-5,4  $\mu\text{m}$  (n = 80, de 8 colecciones), en ascas de 109,1-119,1-129 x 6,2-6,9-8  $\mu\text{m}$ . Para TELLO (s. d.) las esporas de *C. batschiana* son binucleadas.

En vista de todo lo expuesto, la colección aquí descrita estaría más cerca de *C. batschiana* que de *C. americana*, pero algunos micólogos especialistas en este tipo de hongos, como Raúl Tena Lahoz o Hans-Otto Baral se inclinan a que se trate de esta última (comunicación personal). Por el momento, preferimos considerarla como tal, en espera de nuevas recolectas y futuros estudios.

También hemos comparado las secuencias ITS de *C. americana* y de *C. batschiana* que figuran en GENBANK (s. d.), las hemos alineado en CLUSTALW2 (s. d.) y se diferencian claramente.

*Ciboria echinophila* (Bull. : Fr.) Sacc. crece también sobre erizos de *Castanea*, pero sus esporas son de morfología diferente, septadas en su madurez, y de mucha mayor longitud.

4.– *Lachnum pygmaeum* (Fr.) Bres., *Annal. Mycol.* 1 (2): 121 (1903) (Fig. 4).

= *Peziza pygmaea* Fr., *Syst. Mycol.* 2 (1): 79 (1822)

= *Helotium pygmaeum* (Fr.) P. Karst., *Bidr. Känn. Finl. Nat. Folk* 19: 153 (1871)

= *Erinella pygmaea* (Fr.) Quéél., *Enchir. Fung.*: 303 (1886)

= *Lachnella pygmaea* (Fr.) W. Phillips, *Man. Brit. Discomyc.*: 242 (1887)

= *Dasyscyphus pygmaeus* (Fr.) Sacc., *Syll. Fung.* 8: 436 (1889) [como '*Dasyscypha pigmaea*']

= *Ciboria pygmaea* (Fr.) Rehm, *in Winter, Rabenh. Krypt.-Fl.*, Edn 2, 1.3(lief. 39): 760 (1896) [1893]

= *Atractobolus pygmaeus* (Fr.) Kuntze, *Rev. Gen. Pl.* 3 (2): 446 (1898)

**Material estudiado:** LA RIOJA: Santa Coloma, 42° 21' 20" N - 2° 38' 23" W, 970 m, sobre unas raicillas de hierbas que quedaron al descubierto por la erosión de un torrente de agua, 26-VI-2013, leg. GCMV, RM-1111.

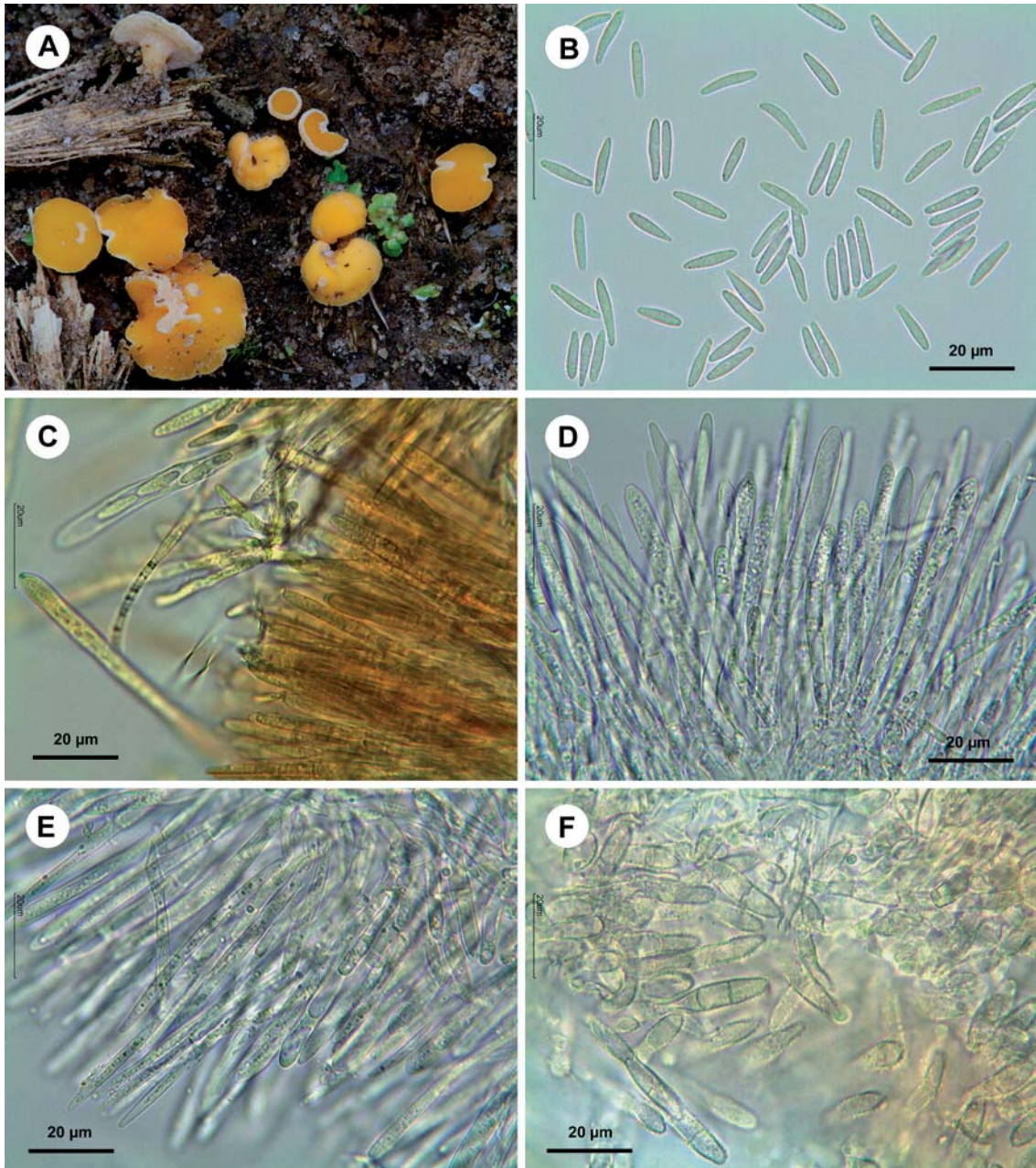


Fig. 4. *Lachnum pygmaeum* (RM-1111). A: Ascomas. B: Esporas. C: Ascas con esporas en reactivo IKI. D-E: Himenio (ascas y paráfisis) en H<sub>2</sub>O. F: Pelos marginales.

### Descripción

Ascomas de 3 a 6 mm de diámetro, con un estípote de hasta 8 mm de longitud, inicialmente con forma de copa hasta ligeramente convexa en la madurez. Margen irregular, lobulado. Himenio de color amarillo anaranjado, con el margen y el exterior del apotecio de color blanco y textura algo donosa por la presencia de cortos pelos.

Ascas de 65-90 x 4,7-6,5  $\mu\text{m}$ , claviformes, atenuadas hacia la base, sin uncínulos basales o aporrincas, amiloides y con 8 esporas biseriadas. Esporas de (12,0–)12,5-14,3-16,5(–17,5) x (2,2–)2,4-2,6-2,8(–3,0)  $\mu\text{m}$ , Q = (4,21–)4,38-5,47-6,55(–6,73), n = 31, largamente elipsoidales a casi cilíndricas, algo fusiformes, hialinas, con escasas gotas lipídicas situadas en ambos extremos. Pará-

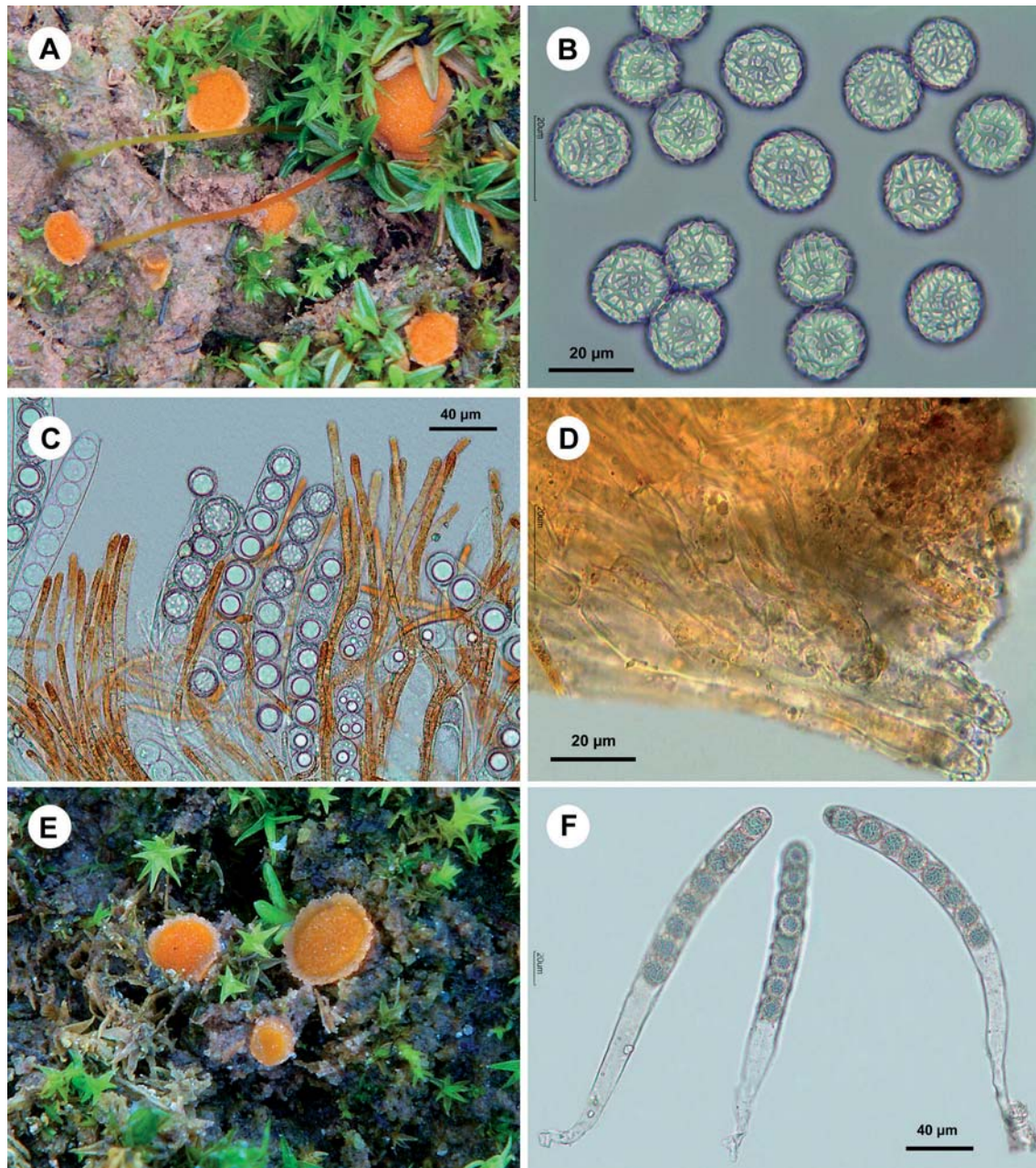


Fig. 5. *Lamprospora hispanica* (RM-1185) A: Ascomas. B: Esporas. C: Himenio (ascas con esporas y paráfisis). D: Pelos marginales. E: Ascomas (RM-2304). F: Ascas con esporas (RM-2304).

fisis de hasta  $5\ \mu\text{m}$  de grosor, lanceoladas, septadas, hialinas, y con contenido granular interno. Excípulo medular formado por largas y entrelazadas hifas de  $2\text{--}3\ \mu\text{m}$  de ancho. Excípulo ectal formado por células hialinas, más o menos cilíndricas de hasta  $6\ \mu\text{m}$  de grosor. Pelos de unos  $30 \times 7\ \mu\text{m}$ , de fusiformes a lanceolados, con ápice obtuso, hialinos, con (1–)2–3 septos y de superficie granulosa.

#### Comentarios

De la extensa relación de sinonimia expuesta en WHITE (1942) parecería deducirse que estamos ante un taxón muy variable; sin embargo, el mismo autor reseña que se trata de una especie poco variable y que las características microscópicas son constantes.



5.— *Lamprospora hispanica* Benkert, *Z. Mykol.* 53 (2): 227 (1987) (Fig. 5).

**Material estudiado:** LA RIOJA: Logroño (Parque La Grajera), 42° 26' 47" N - 2° 30' 28" W, 440 m, sobre el suelo y en presencia de musgos *Aloina* sp., 3-XII-2014, *leg.* GCMV, RM-1185. Ibídem, 30-XII-2014, *leg.* GCMV, RM-2304. Lardero, 42° 25' 0" N - 2° 29' 11" W, 560 m, sobre el suelo y en presencia de musgos *Aloina* sp., 14-XII-2014, *leg.* GCMV, RM-2303.

#### Descripción

Ascomas de hasta 2,5 mm de diámetro, sésiles, primero cerrados y casi esféricos, después discoidales. Himenio de color naranja, ligeramente granuloso, rodeado por un margen membranoso de color más claro. Exterior del apotecio de color naranja claro y de aspecto algodonoso.

Ascas de 180-260 x 17-25  $\mu\text{m}$ , cilíndricas, arqueadas, con uncínulos basales o pleurorricas, no amiloides, con 8 esporas uniseriadas. Esporas de (15,5–)16,1-17,9-19,7(–20,4) x (14,5–)15,3-17,1-18,8(–19,5)  $\mu\text{m}$ , Q = (1,00–)1,03-1,07-1,11(–1,13), n = 35, subcilíndricas, ornamentadas con una densa red irregular, tipo "Seaveri" (BENKERT, 1987), con crestas curvadas, dobladas, de diferentes grosores, de hasta 1  $\mu\text{m}$  de altura y 1,6  $\mu\text{m}$  de grosor, formando alveolos de diferentes formas y tamaños que tienen en su interior un pequeño retículo secundario difícilmente visible al M.O. Paráfisis de hasta 6  $\mu\text{m}$  de grosor, cilíndricas, ramificadas, septadas, apenas engrosadas en el ápice y con contenido granuloso de color naranja. Margen formado por cadenas de células cilíndricas de 20-40 x 8-12  $\mu\text{m}$ , de color anaranjado y con el extremo algo engrosado.

#### Comentarios

De acuerdo con la descripción original (BENKERT, 1987) esta rara especie parasita a musgos del género *Aloina*, según el material original procedente de Aranjuez (Madrid). ORTEGA & VIZOSO (1991) también la citan sobre *Crossidium crassinerve* en el material descrito procedente de la provincia de Granada. ECKSTEIN (2014) la cita también en Alemania parasitando a *Trichostomum crispulum*.

6.— *Parascutellinia arctespora* (Cooke & W. Phillips) T. Schumach., *Mycotaxon* 33: 153 (1988) (Fig. 6).  
= *Peziza arctespora* Cooke & W. Phillips, *Grevillea* 9 (51): 104 (1881)

= *Scutellinia arctespora* (Cooke & W. Phillips) Lambotte, *Mém. Soc. Roy. Sci. Liège*, sér. 2 (14): 300 (1888).

**Material estudiado:** LA RIOJA: Nestares, 42° 17' 24" N - 2° 35' 28" W, 860 m, sobre el suelo en la orilla húmeda y arenosa del Río Solbes, 15-VIII-2014, *leg.* GCMV, RM-1167.

#### Descripción

Especie caracterizada por sus ascomas de hasta 6 mm de diámetro, sésiles, gregarias, primero en forma de copa, al final discoidales. Himenio de color rojo carmín con reflejos violáceos, rodeado por un margen con pelos de color pardo negruzco. Exterior del ascoma algo más claro que el resto, cubierto de pelos pardos.

Ascas de unas 300 x 18  $\mu\text{m}$ , cilíndricas, operculadas, no amiloides, con uncínulos basales o pleurorricas, y 8 esporas uniseriadas. Esporas de (23,5–)24,1-26,0-27,8(–28,5) x (14,0–)14,5-15,5-16,5(–17,0)  $\mu\text{m}$ , Q = (1,60–)1,63-1,69-1,75(–1,79), n = 26, elipsoidales, normalmente con 2 grandes gúttulas y rodeadas de otras muchas más pequeñas, ornamentadas con verrugas muy finas difícilmente apreciables al M.O. Paráfisis con el ápice engrosado de hasta 10  $\mu\text{m}$  de grosor, septadas, ramificadas, con pigmento interior de color rosa o rojo. Excípulo ectal formado por cadenas de células globosas de unas 15-35  $\mu\text{m}$  de diámetro, de color pardo rosado claro y donde se forman los pelos, con medidas de hasta 260 x 12  $\mu\text{m}$ , pardos, septados, con el ápice obtuso al principio, agudo al final, con paredes gruesas de hasta 2  $\mu\text{m}$  de espesor y algunas incrustaciones de color pardo más oscuro.

#### Comentarios

Taxón conflictivo por sus diferentes interpretaciones. COOKE & PHILLIPS (1881) en su breve diagnosis original de *Peziza (Scutellinia) arctespora* describen las esporas como "sublanceolatis, utrinque obtusis..." [lat. "utrinque" = por ambos extremos] y con unas dimensiones de 22 x 5-8  $\mu\text{m}$ ... (888 bis). LAMBOTTE (1888) mantiene las mismas dimensiones esporales.

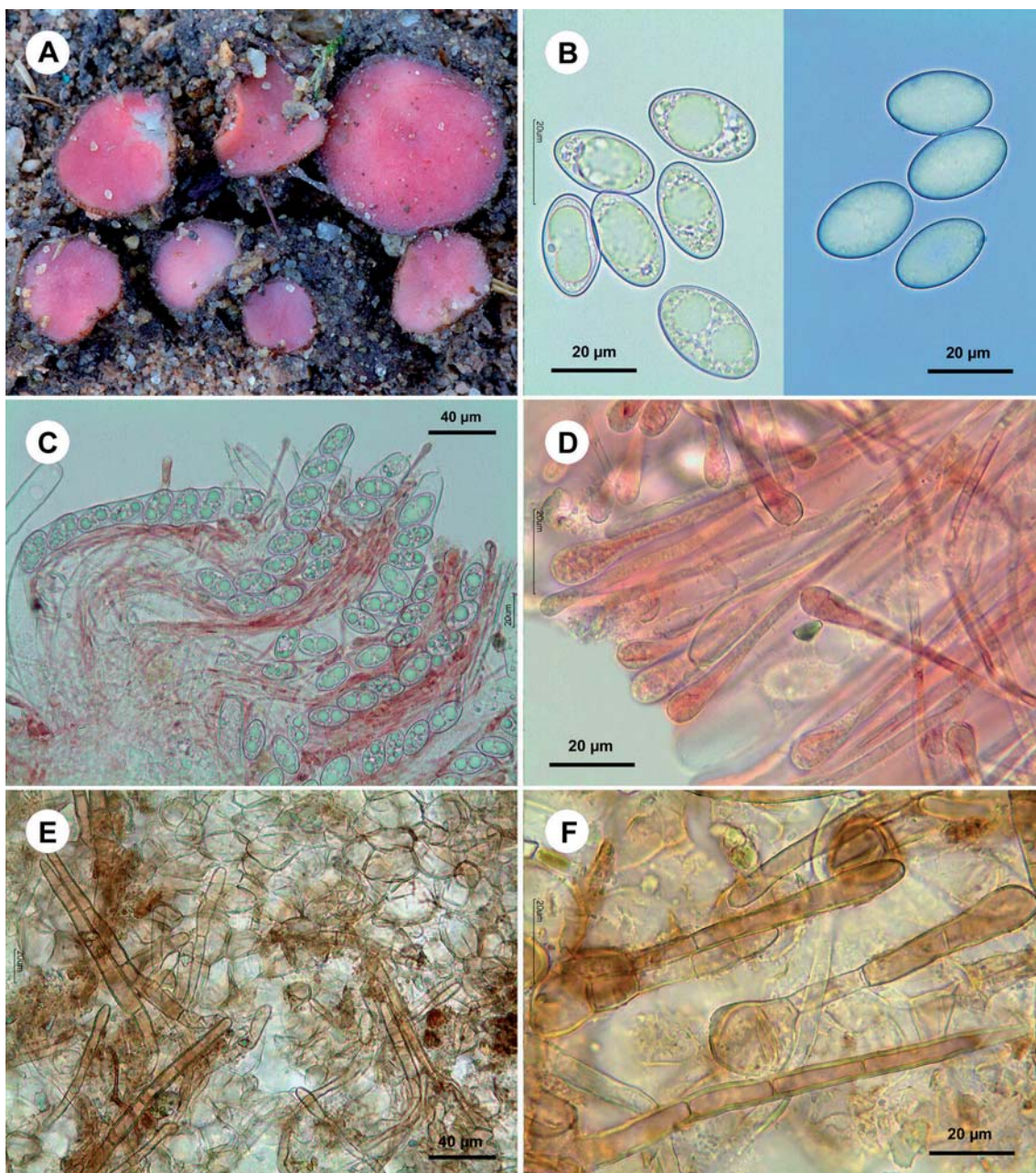


Fig. 6. *Parascutellinia arctespora* (RM-1167). A: Ascomas. B: Esporas (izq. en H<sub>2</sub>O, dcha. en azul de metileno). C: Himenio (ascas con esporas y paráfisis, en H<sub>2</sub>O). D: Paráfisis en H<sub>2</sub>O. E-F: Pelos.

Pero SCHUMACHER (1988), sinonimiza este taxón con *Parascutellinia violacea* (Velen.) Svrček, y lo argumenta habiendo estudiado el material correspondiente a “Libert, nº 888 sub nomen *Peziza* (*Scutellinia*) *arctespora*, K –ex Phillips– holotype” que para él no puede distinguirse de *P. violacea* de (Velen.) Svrček, siendo *P. arctespora* un nombre prioritario.

SVRČEK (1948) describe las esporas de *Lachnea violacea* Velen. como verrucosas (no lisas como las describe Velenovski en la diagnosis original) y con unas dimensiones de 24-29,5 x 12,5-14,5  $\mu$ m.

DONADINI (1986), que ha estudiado un isotipo (PR 151383) de *Lachnea violacea* Velen. (= *Parascutellinia violacea*), y el tipo de *Humaria carneo-*





*sanguinea* (= *Parascutellinia carneosanguinea*) del herbario de Fuckel (F. rh. 2288), deduce que *P. violacea* y *P. carneosanguinea* (Fuckel) T. Schumacher serían el mismo taxón, con paráfisis subhialinas, y esporas finamente verrugosas o punteadas, aunque el autor no hace ninguna mención a *Peziza arctespora* Cooke & W. Phillips, basiónimo de la especie que nos ocupa.

Otras interpretaciones modernas de *P. arctespora* de diversos autores, también se corresponden con la de Schumacher, al igual que la aquí expuesta, y no hemos encontrado ninguna en el sentido original de Cooke & Phillips.

En vistas de lo expuesto, *P. arctespora* podría considerarse como un nombre confuso y diversamente interpretado. No obstante, esperamos que futuros estudios puedan dilucidar si las diferentes sinonimias propuestas en la literatura deben ser mantenidas o no.

**7. – *Peziza lividula* W. Phillips, in Cooke, *Mycografía*: 161 (1877) (Fig. 7).**

= *Galactinia lividula* (W. Phillips) Boud., *Hist. Class. Discom. Eur.*: 48 (1907)

**Material estudiado:** LA RIOJA: Castroviejo, 42° 18' 51" N - 2° 39' 30" W, 1140 m, sobre madera semisumergida en un riachuelo dentro de un hayedo, 9-VIII-2014, *leg.* GCMV, RM-1166.

### Descripción

Ascomas de hasta 1 cm de diámetro en nuestra colección (de hasta 4,5 cm en literatura), algo cónicos al principio, discoidales y un poco deprimidos en el centro al final, sésiles. Himenio liso o un poco pruinoso, de color beige al principio, tomando después tonos grisáceos. Exterior del apotecio furfuráceo, con tonos más claros que el resto.

Ascas de 270-350 x 14-18  $\mu\text{m}$ , cilíndricas, atenuadas hacia la base, operculadas, amiloides, con uncínulos basales o pleurorricas, con 8 esporas uniseriadas o parcialmente biseriadas. Esporas de (15,5–)16,5-20,2-23,8(–24,5) x (8,2–)8,9-9,9-10,9(–11,6)  $\mu\text{m}$ , Q = (1,65–)1,75-2,15-2,55(–2,67), n = 32, muy variables en tamaño y forma dentro del mismo ejemplar, de estrechamente elipsoidales a fusiformes, con los extremos redondeados, generalmente con 2 grandes gúttulas en su interior

y a veces rodeadas de otras muchas más pequeñas; ornamentadas con verrugas redondeadas, aisladas, bastante regulares en forma y tamaño, y de hasta 1,5(–2)  $\mu\text{m}$  de diámetro. Paráfisis engrosadas en el ápice de hasta 8  $\mu\text{m}$  de ancho, filiformes, septadas, con contenido interno de color beige grisáceo. Excípulo ectal formado por células globosas de 20-30  $\mu\text{m}$  de anchura, de color beige a pardo claro.

### Comentarios

Las medidas esporales de *Peziza lividula* son muy variables según los autores, como reseñan, especialmente, con diversas comparaciones PÉREZ-BUTRÓN & *al.* (2005) o PERIĆ (2010). Veamos algunos ejemplos:

En la diagnosis original se describen de 18-20 x 9,8-10  $\mu\text{m}$ , en LE GAL (1939) de 16-23,5 x 7-12  $\mu\text{m}$ , en HÄFFNER (1986) de (16–)17,5-22(–24,7) x 7,5-10(–10,6)  $\mu\text{m}$ , en HOHMEYER (1986) de 17-22(–25) x 7-10(–12)  $\mu\text{m}$ , en JAMONI (1997) de 17-21-24(–25)  $\mu\text{m}$ , en PÉREZ-BUTRÓN & *al.* (2005) de (15–)19-24(–25) x 8-10(–12)  $\mu\text{m}$ , en DOUGOUD (2006) de (18–)19,5-23 x 9-11(–11,5)  $\mu\text{m}$ , en MEDARDI (2006) de tan solo 15-16 x 7-8,5  $\mu\text{m}$ , en PERIĆ (2010) de 16-21,2 x 7-10,3  $\mu\text{m}$ , y en KAR & PAL (1970) de (13,2–)16,5-19,8 x 6,6-9,9  $\mu\text{m}$  para material de La India. Esta “variabilidad” o heterosporia puede incluso observarse en esporas del mismo ascoma (Fig. 7B).

Los autores citados suelen señalar tonos de color violáceo en el himenio de los apotecios, aunque en nuestro material no estaban presentes.

**8. – *Thecotheus rivicola* (Vacek) Kimbr. & Pfister, in Pfister, *Bull. Torrey Bot. Club* 99 (4): 199 (1973) [1972] (Figs. 8-9).**  
= *Psilopezia rivicola* Vacek, *Stud. Bot. Čechoslav.* 10: 129 (1949)

**Material estudiado:** LA RIOJA: Castroviejo, 42° 18' 51" N - 2° 39' 30" W, 1140 m, sobre madera semisumergida en un riachuelo dentro de un hayedo, 31-VIII-2013, *leg.* GCMV, RM-1121. Almarza de Cameros, 42° 14' 25" N - 2° 34' 59" W, 1070, sobre madera semisumergida en un riachuelo dentro de un hayedo con castaños, 12-IX-2014, *leg.* GCMV, RM-2288.

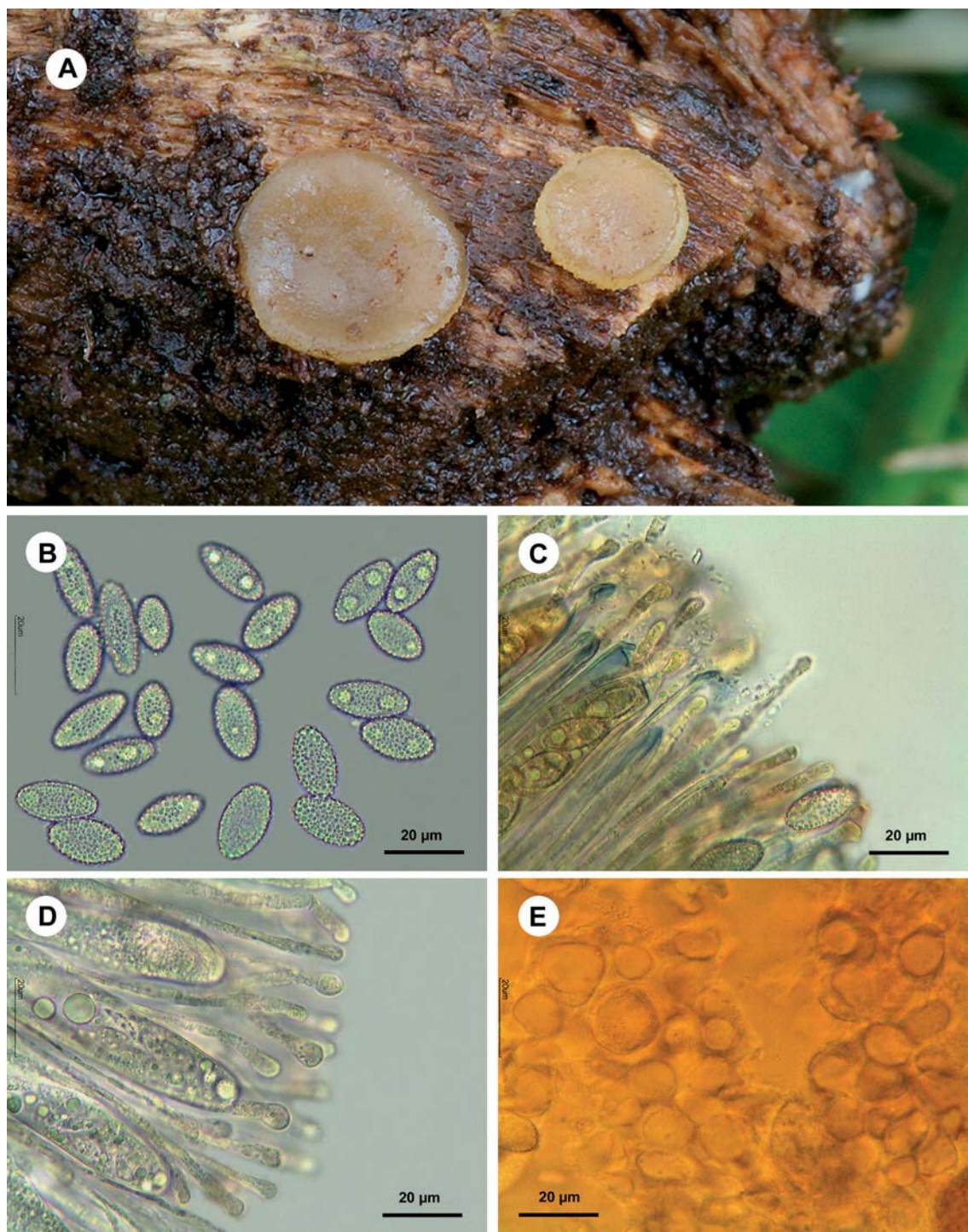


Fig. 7. *Peziza lividula* (RM-1166). A: Ascomas. B: Esporas C: Himenio (ascas con esporas y paráfisis) en reactivo IKI. D: Himenio en H<sub>2</sub>O. E. Excípulo ectal.

### Descripción

Ascomas de hasta 6 mm de diámetro, disco-  
diales, pulvínados, a veces deprimidos en el cen-  
tro, sésiles, muy adheridos al sustrato. Himenio

pruinoso, de color gris con tonos vinosos. Margen  
y exterior del apotecio con tonos similares al resto  
pero más oscuros, algo translúcidos.

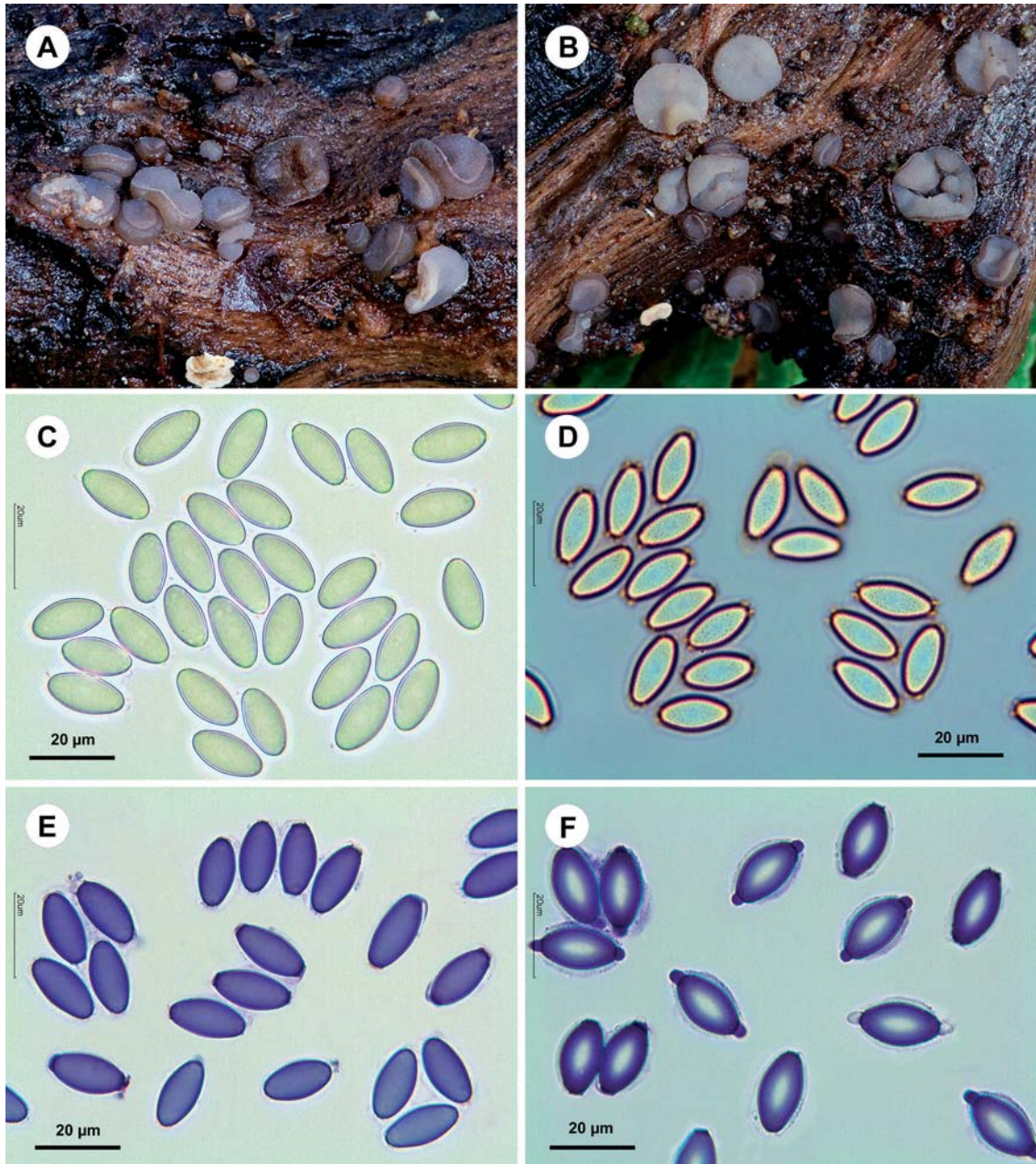


Fig. 8. *Thecotheus rivicola* (RM-1121). A-B: Ascomas. C: Esporas en H<sub>2</sub>O. D: Esporas en rojo Congo amoniacal. E-F: Esporas en azul de metileno.

Ascas de 210-240 x 12-14 µm, cilíndricas, atenuadas hacia la base, con uncínulos basales o pleurorricas, operculadas, con 8 esporas uniseriadas. Esporas de (16,2–)16,4–17,7–18,9(–19,2) x (8,4–)8,6–8,9–9,1(–9,3) µm, Q = (1,87–)1,90–2,00–2,10(–2,21), n = 41, elipsoidales, algo asimétricas, no gutuladas, envueltas por una sustancia mucosa e hialina, con apículos polares redondeados y cianófilos, de hasta 3 µm de largo, más apreciables

dentro del asca o cuando estas son recién expulsadas, ya que al cabo de un tiempo, esos apículos y la sustancia que las rodea, parecen desaparecer o se hacen menos visibles; con la superficie finamente verrugosa y difícilmente apreciable al M.O. sin utilizar colorantes (Fig. 8D). Paráfisis de 2 tipos diferentes: unas de hasta 2 µm de grosor, filiformes, septadas, ramificadas, diverticuladas; otras, de hasta 6 µm de grosor, cilíndricas, algo

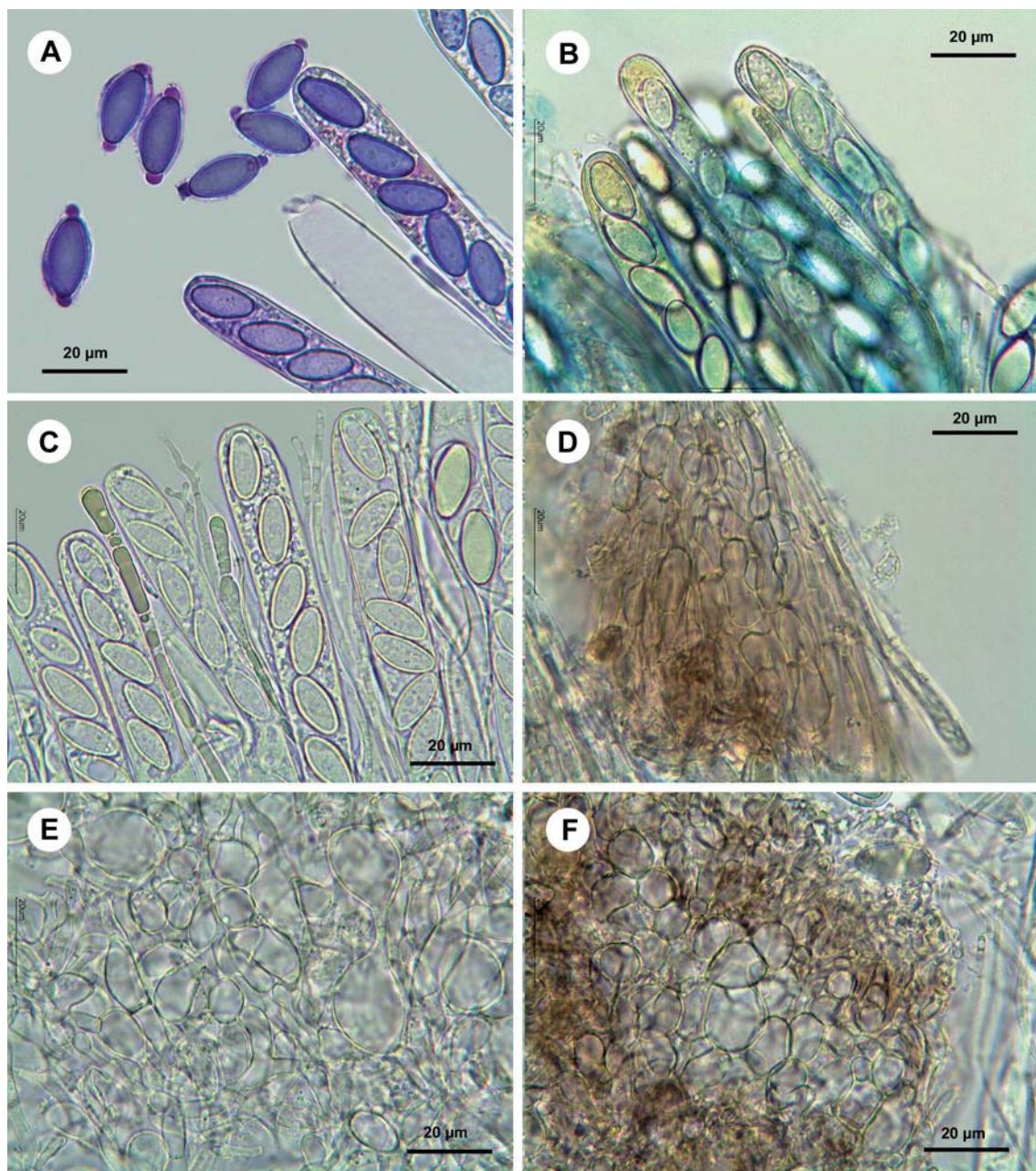


Fig. 9. *Thecotheus rivicola* (RM-1121). A: Ascas y esporas en azul de metileno. B: Himenio en reactivo IKI. C: Himenio (ascas con esporas y paráfisis) en H<sub>2</sub>O. D: Estructura marginal. E: Excípulo medular. F: Excípulo ectal.

hinchadas en el ápice, no ramificadas y con contenido granuloso vacuolar hialino (Fig. 9C). Excípulo medular formado por hifas hialinas, de hasta 7 µm de grosor y con elementos terminales globosos o piriformes. Excípulo ectal formado por células vesiculosas de 7-20 µm de diámetro, coloreadas con un pigmento pardo, y que se van estirando hasta casi cilíndricas a medida que nos acercamos al

margen. Reacción positiva al IKI en todo el himenio (Fig. 9B).

#### Comentarios

La mayoría de las especies del género *Thecotheus* son coprófilas y de tamaño muy pequeño o minúsculo, por lo que para su estudio se suelen utilizar cámaras húmedas de incubación. Al contrario,



en las pocas especies no coprófilas, los apotecios son de mayores dimensiones. DOVERI & COUÉ (2008) en sus claves, contemplan 22 especies a nivel mundial y, de ellas, sólo 3 no son coprófilas: *Thecotheus pallens* (Boud.) Kimbr., *T. phycophilus* Pfister y *T. rivicola* (Vacek) Kimbr. & Pfister.

Tanto KRUG & KHAN (1987), como WANG & KIMBROUGH (1993) y NAGAO & al. (2003), describen las esporas de *T. rivicola* de morfología y dimensiones similares: apiculadas, adornadas con finas verrugas (Fig. 8D), y con dimensiones de 17-22 x 7-8(-9,5)  $\mu\text{m}$ . Según DOVERI & COUÉ (2008), y de acuerdo con los autores consultados por los mismos (VACEK, 1949; PFISTER, 1972; GRADDON, 1979; AAS, 1992; YAO & SPOONER, 2000; DOUGOUD, 2002), las esporas medirían 16-23 x 7-9(-9,5)  $\mu\text{m}$ . VOOREN (2012) las describe de 15,5-18(-19) x (8-)8,5-9,2(-10)  $\mu\text{m}$ , de superficie finamente verrugosa o punteada, aunque parecen lisas al agua, y con apículos polares redondeados hasta de 3  $\mu\text{m}$  de largo.

*T. pallens* y *T. phycophilus* tienen las esporas de mucho mayor tamaño que *T. rivicola*.

## AGRADECIMIENTOS

A Marcel Vega, Raúl Tena y Hans Otto Baral por su ayuda en la determinación de algunas especies. A los miembros del Grupo Cultural Micológico Verpa por su ayuda en la localización y determinación de algunas especies. A Luis Alberto Parra por su ayuda puntual. A nuestras mujeres Nagore Bartolomé y Piedad Muñoz, por su paciencia ante el tiempo dedicado para este tipo de trabajos.

## REFERENCIAS

- BENKERT, D. (1987). Beiträge zur Taxonomie der Gattung Lamprospora (Pezizales). *Z. Mykol.* 53(2): 195-272.
- BRUMMELEN, J. VAN (1967). A world-monograph of de genera Ascobolus and Saccobolus (Ascomycetes, Pezizales). *Persoonia*, suppl. vol. 1: 1-291.
- CLUSTALW2 (s. d.). <http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalw2/> [consultada el 30 de mayo de 2015]
- COOKE, M.C. & W. PHILLIPS (1881). Reliquae Libertianae discomycetes. *Grevillea* 9(51): 104-106.
- DENNIS, R.W.G. (1963). Remarks on the genus Hymenoscyphus S.F. Gray, with observations on sundry species referred by Saccardo and others to the genera Helotium, Pezizella or Phialea. *Persoonia* 3(1): 29-80.
- DENNIS, R.W.G. (1981). *British Ascomycetes* (revised edition). J. Cramer. Vaduz.
- DONADINI, J.C. (1986). Parascutellinia violacea (Vel.) Svrček – nom correct pour Humaria carneo-sanguinea Fuckel – espèce commune dans les Alpes Françaises. *Bull. Féd. Myc. Dauphiné-Savoie* 100: 57-62.
- DOUGOUD, R. (2006). Contribution a la connaissance de Peziza lividula. *Errotari* 3: 96-99.
- DOVERI, F. & B. COUÉ (2008). Sur deux taxons nouveaux de Thecotheus. *Doc. Mycol.* 34(135-136): 15-40.
- DURAND, E.J. (1902). Studies in North American Discomycetes. II. Some New or Noteworthy Species from Central and Western New York. *Bull. Torrey Bot. Club* 29(7): 461-462.
- ECKSTEIN, J. (2014). Lamprospora hispanica und Lamprospora tuberculatella - zwei bryoparasitische Discomyceten (Ascomycota, Pezizales) neu für Deutschland. *Z. Mykol.* 80(1): 105-117.
- GENBANK (s. d.). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> [consultada el 30 de mayo de 2015].
- HÄFFNER J. (1986). Die apiculaten Becherlinge. *Z. Mykol.* 52(1): 189-212.
- HOHMEYER, H. (1986). Ein Schlüssel zu den europäischen Arten der Gattung Peziza. *Z. Mykol.* 52(1): 161-188.
- JAMONI, P.G. (1997). Lo studio del genere Peziza (Dill.) L. ex St.-Amans. *Funghi e Ambiente* 74-75: 3-38.
- KAR, A.K. & K.P. PAL (1970). Some operculate Discomycetes from West Bengal (India). *Mycologia* 62(4): 690-698.
- KIRK, P.M., P.F. CANNON, D.W. MINTER & J.A. STALPERS (2008). *Ainsworth & Bisby's. Dictionary of the fungi* (10th edition). CABI Europe. Wallingford.
- KRUG, J.C. & R.S. KHAN (1987). A new species of the Thecotheus from east Africa. *Mycologia* 79(2): 200-203.
- LAMBOTTE, E. (1888). La Flore mycologique de la Belgique. *Mém. Soc. Roy. Sci. Liège*, suppl. 1: 1-350.



- LE GAL, M.L.F. (1939). Quelques Galactinia de la Flore Française. *Revue de Mycologie* 4(5-6): 169-186.
- MEDARDI, G. (2006). *Atlante fotografico degli Ascomiceti d'Italia*. A.M.B. Trento.
- NAGAO, H., S.-I. UDAGAWA, N.L. BOUGHER, A. SUZUKI & I.C. TOMMERUP (2003). The genus Thecotheus (Pezizales) in Australia: *T. urinamans* sp. nov. from urea-treated jarrah (*Eucalyptus marginata*) forest. *Mycologia* 95(4): 688-693.
- ORTEGA, A. & M.T. VIZOSO (1991). Fragmentos taxonómicos, corológicos, nomenclaturales y fitocenológicos. Adiciones al catálogo micológico (Pezizales) de Andalucía. *Acta Botanica Malacitana* 16(2): 471-490.
- PALMER, J.T., M. TORTIĆ & N. MATOČEC (1994). Sclerotiniaceae (Discomycetes) collected in the former Federal Republic of Yugoslavia. *Öst. Zeitschr. f. Pilzk.* 3: 41-70.
- PÉREZ-BUTRÓN, J.L., J. FERNÁNDEZ-VICENTE & J.L. ALONSO (2005). Setas de los eucaliptales de la Cornisa Cantábrica (VII). Catálogo micológico de los eucaliptales (VI). *Yesca* 17: 27-50.
- PERIĆ, B. (2010). *Peziza lividula*, une espèce rare et nouvelle pour le Monténégro. *Mycol. Monten.* 12: 55-63.
- PETRINI, O. (1982). Notes on some Species of *Chloroscypha* Endophytic in Cupressaceae of Europe and North America. *Sydowia* 35: 206-222.
- R.A.E. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. (23ª ed.). Espasa. Madrid.
- SACCARDO, P.A. & A. TROTTER (1913). *Sylloge Fungorum* 22. *Typis seminarii. Patavii*.
- SCHUMACHER, T. (1988). The Scutellinia Battle; The Lost, Missing and Dead. *Mycotaxon* 33: 149-189.
- SEEVER, F.J. (1951). *The North American Cup-Fungi* (Inoperculates) (3). Lancaster Press. New York.
- SVRČEK (1948). Bohemian species of Pezizaceae subf. Lachneioideae. *Acta Mus. Nat. Pragae*, 4B(6): 1-95.
- TELLO, S. (s. d.). Ciboria americana. Micobotánica-Jaén. [http://www.micobotanicajaen.com/Revista/Articulos/STelloM/Aportaciones019/Ciboria%20americana%20FICHA%20\(TERMINADA\).pdf](http://www.micobotanicajaen.com/Revista/Articulos/STelloM/Aportaciones019/Ciboria%20americana%20FICHA%20(TERMINADA).pdf) [consultada el 24 de mayo de 2015]
- VOOREN, N. VAN (2012). Discomycètes rares ou remarquables récoltés en 2011. 1<sup>re</sup> partie: Pezizales. *Ascomycete.org* 4(3): 35-54.
- WANG, Y.-Z. & J.W. KIMBROUGH (1993). A new species of the *Thecotheus* (Pezizales) from Taiwan. *Micologia* 85(6): 1020-1022.
- WHITE, W.L. (1942). Studies in the Genus *Helotium* – II. *The American midland naturalist* 28(2): 512-523.



# Geastrum smardae, una especie rara en la Península Ibérica

ZAMORA, J.C.<sup>1</sup> & E. RUBIO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid, Plaza de Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid, España. E-mail: jcsenoret@hotmail.com

<sup>2</sup> C/ José Cueto 3, 5.ºB, 33407 Avilés, Asturias, España. E-mail: enrirubio@mrbit.es

**Resumen:** ZAMORA, J.C. & E. RUBIO (2015). *Geastrum smardae*, una especie rara en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 89-94. Se da cuenta del hallazgo de *Geastrum smardae* por segunda vez en la Península Ibérica y primera en Asturias. Se realiza un estudio de los especímenes recolectados y se aportan datos morfológicos y macroquímicos de interés taxonómico, que hasta ahora no habían sido estudiados, como la presencia de agregados cristalinos de oxalato de calcio dihidratado en forma de roseta en los rizomorfos, y la reacción positiva con resina de guayaco y siringaldazina en la capa pseudoparenquimática. Además, se realiza una comparación con especies morfológicamente próximas. **Palabras clave:** *Geastraceae*, *Geastrum* sect. *Trichaster*, corología, taxonomía.

**Summary:** ZAMORA, J.C. & E. RUBIO (2015). *Geastrum smardae*, an uncommon species in the Iberian Peninsula. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 89-94. *Geastrum smardae* is recorded for the second time in the Iberian Peninsula and for the first time in Asturias. A study based on the collected specimens is performed, and taxonomically relevant morphological and macrochemical characters are provided. Those include the presence of rose-like crystalline aggregates of calcium oxalate dihydrate and the positive reaction with guaiac gum and syringaldazine on the pseudoparenchymatous layer. In addition, the species is compared with morphologically close taxa.

**Keywords:** *Geastraceae*, *Geastrum* sect. *Trichaster*, chorology, taxonomy.

## INTRODUCCIÓN

El género *Geastrum* Pers. : Pers. incluye a un grupo de hongos gasteroides, saprótrofos, representado por alrededor de 100-120 especies ampliamente distribuidas (ZAMORA & *al.*, 2014a), que reciben el nombre vernáculo de "estrellas de tierra" (VELASCO & *al.*, 2011). De acuerdo con la recopilación para *Flora Mycologica Iberica* de Calonge (1996) y algunos trabajos posteriores (ZAMORA & CALONGE, 2007; ZAMORA & *al.*, 2010; JEPPSON, 2013; ZAMORA & *al.*, 2014a; ZAMORA & *al.*, 2014b; ZAMORA & *al.*, 2015), el número de táxones descritos presentes en la Península Ibérica asciende a 31 especies, siendo tres de ellas, de momento, endémicas de este territorio (*G. benitoi* J.C. Zamora, *G. parvistriatum* J.C. Zamora & Calonge y *G. senoretiae* J.C. Zamora).

Dentro de las especies menos conocidas se encuentra *G. smardae* V.J. Staněk, que ha sido recientemente citada de Valencia por JEPPSON (2013). Durante los años 2014 y 2015 uno de los

autores (E. Rubio), avisado por un compañero (M. A. Miranda), observó la fructificación copiosa de esta especie en un parque urbano de Asturias, lo que ha motivado la realización de la presente nota para aportar nuevos datos sobre esta rara especie.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología para el estudio macro y micromorfológico sigue los trabajos de SUNHEDE (1989) y CALONGE (1998), y para el estudio de los caracteres de los rizomorfos y reacciones macroquímicas se ha seguido a ZAMORA & *al.* (2013). Se han estudiado 35 basidiomas en diferentes estados de maduración, recolectados en dos ocasiones a partir de un mismo micelio. El estudio micromorfológico se ha llevado a cabo en un microscopio Nikon Eclipse E400 y en un microscopio Jeulin, con oculares de 10× y objetivos de 4× a 100× (inmersión). Las fotografías se han tomado con cámaras Canon EOS 700D (objetivo EFS60 mm f/2.8) y Nikon D70S. Los especímenes estudiados



se encuentran depositados en los herbarios de los autores, Enrique Rubio Domínguez (ERD) y Juan Carlos Zamora (JCZ). De manera adicional y con el objetivo de conocer mejor la variabilidad intra-específica del taxon estudiado, uno de los autores (J. C. Zamora) ha estudiado muestras procedentes de Canadá, Estados Unidos y España (Valencia, probablemente del mismo micelio que la muestra citada por JEPSON [2013]). No obstante, la descripción se centra solamente en el material procedente de Asturias.

## RESULTADOS

***Geastrum smardae*** V.J. Staněk, *Česká Mykol.* 10: 23 (1956) ["*Šmardae*"]

= *Geastrum smardae* var. *slovenicum* V.J. Staněk, in Pilát, *Flora ČSR B1, Gasteromycetes*, Houby - Břichatky: 789 (1958) ["*Šmardae*"]

**Material estudiado:** ESPAÑA, ASTURIAS: Oviedo, parque de Invierno, bajo *Cedrus deodara*, 6-VIII-2014, leg. E. Rubio, ERD 6249. Ibídem, 8-VII-2015, JCZ 618.

### Caracteres macromorfológicos

Basidiomas antes de la dehiscencia subglobosos, de 16-27 mm de diámetro, ligeramente más anchos que altos, no umbonados o con un umbón suave y mal delimitado, desarrollándose por encima de la capa de humus (aunque pueden estar cubiertos por restos vegetales aún no descompuestos). Exoperidio con dehiscencia estrellada en la madurez, arqueado a pseudoforniciforme cuando se haya extendido por completo, de 20-54 mm de diámetro aparente, de 30-70 mm de diámetro forzado en posición horizontal, con 6-12 lacinias desiguales a subiguales, no higrométricas. Capa micelial de subblisa a netamente escamosa, sin restos de sustrato entremezclados, aunque puede haber algunos restos adheridos a su superficie, de color pardo, que se separa con facilidad de la fibrosa, sobre todo en la zona del disco exoperidial, a veces con una perforación que queda como cicatriz de la unión con el micelio. Capa fibrosa coriácea, de blanquecina a crema pálido. Capa pseudoparenquimática con superficie blanquecina al principio, pronto de color crema y después algo pardusca,

que puede tomar tonos rosados en determinadas zonas por oxidación, con escasa tendencia al agrietamiento, putrescible. Pseudoestípite presente, bien definido, robusto, blanquecino a crema, de 1,5-3 mm de altura. Endoperidio subgloboso, de 9-24 mm de diámetro, de crema grisáceo a pardo grisáceo, cubierto por una fina pruina cristalina (mesoperidio) muy poco densa. Apófisis generalmente presente, del mismo color que el resto del endoperidio o algo más oscura. Peristoma fibrilloso, por regla general delimitado, pero en ocasiones casi sin delimitar. (Fig 1).

### Caracteres micromorfológicos

Basidios no observados. Basidiosporas de globosas a subglobosas, 4,5-5,5(-6)  $\mu\text{m}$  de diámetro incluida la ornamentación, parduscas, verrugosas, con verrugas truncadas de 0,5-0,8(-1)  $\mu\text{m}$  de altura. Hifas del capilicio de 2-8  $\mu\text{m}$  de anchura, de paredes gruesas y lumen estrecho, parduscas, a menudo con residuos en la superficie. Endoperidio, pseudoestípite y capa fibrosa formados por hifas esqueléticas, hialinas o casi hialinas. Mesoperidio prácticamente ausente, formado por cristales o agregados cristalinos de oxalato de calcio dihidratado de 3-7  $\mu\text{m}$  de diámetro y escasas hifas generativas, hialinas, difíciles de apreciar. Capa pseudoparenquimática con células infladas, de diámetro variable y paredes delgadas ( $\leq 1 \mu\text{m}$  de espesor la mayoría), casi hialinas. Capa micelial formada por hifas generativas, ramificadas, septadas y con fíbulas, de paredes delgadas o ligeramente engrosadas, de amarillentas a casi hialinas, las más externas más oscuras y colapsadas. Rizomorfos con agregados cristalinos de oxalato de calcio dihidratado en forma de roseta (drusas). (Fig. 2).

### Reacciones macroquímicas

En basidiomas frescos la capa pseudoparenquimática y la capa micelial (en especial esta última) reaccionan de forma positiva con resina de guayaco (Fig. 1D) y siringaldazina (Fig. 1C).

## DISCUSIÓN

*Geastrum smardae* fue descrito por STANĚK (1956) utilizando especímenes checos. Es una especie poco frecuente en Europa, citada de Ale-





Fig. 1. Caracteres macromorfológicos y reacciones macroquímicas en *Geastrum smardae*. A: Basidiomas frescos encontrados en 2014 (ERD 6249). B: Basidiomas frescos encontrados en 2015 (JCZ 618). C: Reacción positiva con siringaldazina en la capa pseudoparenquimática. D: Reacción positiva con resina de guayaco en la capa micelial y la capa pseudoparenquimática. E: Superficie escamosa de la capa micelial. F: Detalle del pseudoestípite y la apófisis. G: Detalle del peristoma. Fotos: E. Rubio y J. C. Zamora.

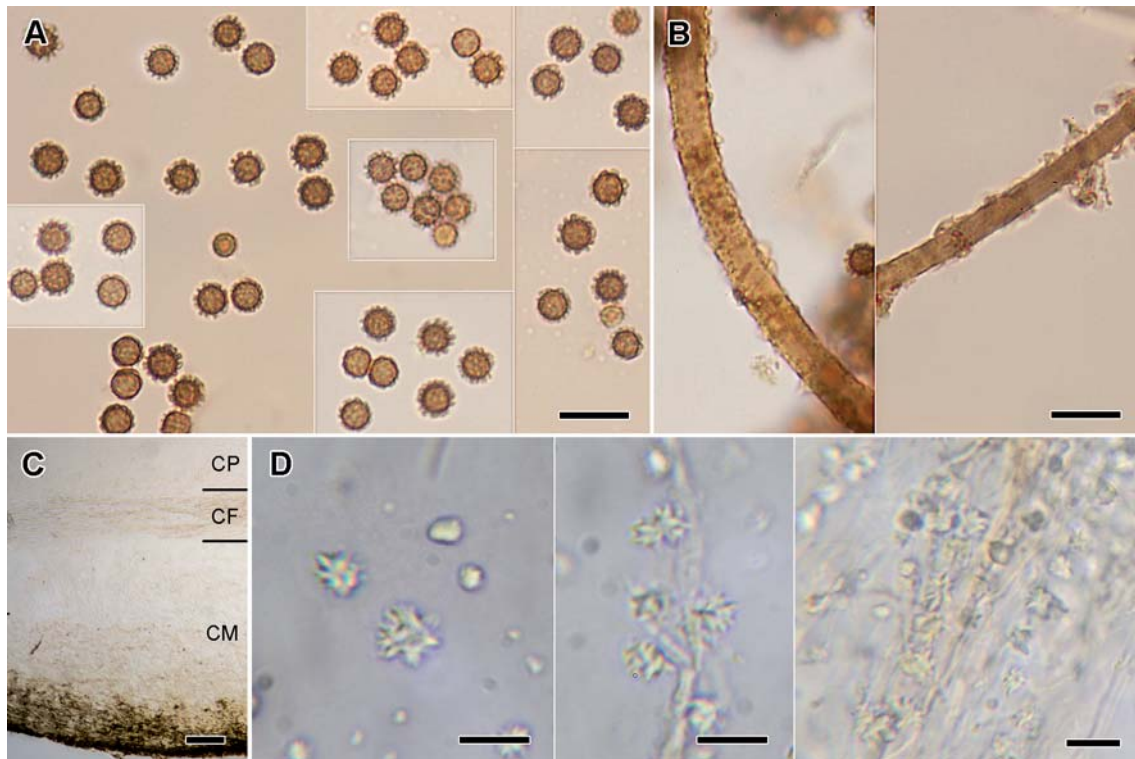


Fig. 2. Caracteres micromorfológicos en *Geastrum smardae*. A: Basidiosporas. B: Hifas del capilicio. C: Corte parcial del exoperidio donde se muestran la capa pseudoparenquimática (CP, solo se muestra una pequeña parte), la capa fibrosa (CF) y la gruesa capa micelial (CM) formada exclusivamente por hifas generativas. D: Agregados cristalinos de oxalato de calcio dihidratado en forma de roseta, presentes en los rizomorfos. Escalas: A y B = 10  $\mu\text{m}$ , C = 100  $\mu\text{m}$ , D = 5  $\mu\text{m}$ . Fotos: E. Rubio y J. C. Zamora.

mania, Dinamarca, Eslovaquia, España, Noruega, Países Bajos, Polonia, República Checa y sur de Rusia (STANĚK, 1958; SUNHEDE, 1989; JEPSON & *al.*, 2013). Casi siempre aparece en ambientes antropizados y con frecuencia en verano, por lo que se ha sugerido una posible introducción desde Norteamérica (WINTERHOFF & WÖLDECKE, 1982), donde es una especie mejor conocida pero nombrada a menudo de forma incorrecta como *G. limbatum* Fr. *nom. illeg.* (= *G. coronatum* Pers.: Pers.), por ejemplo en los trabajos de COKER & COUCH (1928), LONG & STOUFFER (1948) y SMITH (1951). Los especímenes estudiados representan la segunda cita de esta especie para la Península Ibérica y la primera para Asturias.

De acuerdo con ZAMORA & *al.* (2014a), pertenece a *G.* sect. *Trichaster* (Czern.) P. Ponce de León por su exoperidio arqueado a pseudoforniciforme y su capa micelial formada en exclusiva por un grueso estrato de hifas generativas, sin hifas esqueléticas. En teoría, las especies de esta sección

presentan, además, rizomorfos con agregados cristalinos de oxalato de calcio dihidratado en forma de roseta, y reacción positiva al guayaco y a la siringaldazina en la capa pseudoparenquimática de basidiomas frescos (ZAMORA & *al.*, 2013; ZAMORA & *al.*, 2014a), aunque estos caracteres no habían sido todavía estudiados en *G. smardae*. En el presente trabajo aportamos dichos datos y así podemos concluir que estos caracteres siguen siendo sinapomórficos (compartidos) en todas las especies de *G.* sect. *Trichaster* estudiadas. Los basidiomas encontrados también han permitido ampliar la variabilidad morfológica conocida, ya que algunos de ellos son considerablemente menores a los descritos en la bibliografía consultada, a pesar de estar desarrollados por completo. *Geastrum smardae* var. *slovenicum* se distinguiría por sus basidiomas de menores dimensiones (alrededor de 60 mm de diámetro) y peristoma algo peor delimitado (STANĚK, 1958), pero tales caracteres aparecen mezclados en los especímenes estudia-



dos por lo que, de acuerdo con SUNHEDE (1989), consideramos que este taxon no representa más que parte de la variabilidad natural de *G. smardae*.

Las especies más cercanas desde el punto de vista morfológico son *G. michelianum* Berk. & Broome (*G. triplex* Jungh. ss. auct.) y *G. coronatum*. Del primero se diferencia porque *G. smardae* posee un endoperidio claramente pseudoestipitado, a menudo con apófisis, exoperidio siempre arqueado, capa pseudoparenquimática que no se agrieta para formar un collar alrededor del endoperidio y capa micelial sin fisuras radiales, que se desprende fácilmente de la fibrosa, por lo que a veces forma una copa bien definida por debajo del disco exoperidial, pero con la mitad o el tercio distal de las lacinias no separado; a esta morfología se la ha denominado "pseudoforniciforme", para diferenciarla de los exoperidios realmente forniciformes donde solo las puntas de las lacinias permanecen unidas a la capa micelial, como ocurre en *G. fornicatum* (Huds.) Hook. o *G. quadrifidum* Pers. : Pers. Por el contrario, *G. michelianum* presenta un endoperidio sésil o subsésil (rara vez con un pseudoestípito mal diferenciado), sin apófisis, exoperidio de sacciforme a arqueado, capa pseudoparenquimática que con frecuencia se agrieta y forma un collar alrededor del endoperidio, y capa micelial a menudo con fisuras radiales, unida con fuerza a la fibrosa, por lo que apenas se desprende de la misma y el exoperidio nunca adopta una morfología pseudoforniciforme. No obstante, ejemplares frescos de *G. smardae* que aún no se han expandido por completo se prestan a confusión con *G. michelianum*.

De *G. coronatum* se diferencia sobre todo porque *G. smardae* presenta el endoperidio desnudo o apenas cubierto por una sutil capa de pruina, capa micelial sin restos de sustrato, formada solo por hifas generativas, exoperidio a veces pseudoforniciforme, capa pseudoparenquimática que puede tener tonos rosados o rojizos, pseudoestípito de blanquecino a crema y rizomorfos con agregados cristalinos de oxalato de calcio dihidratado en forma de roseta; mientras que *G. coronatum* posee el endoperidio cubierto en la juventud por una densa capa de hifas generativas, a veces con algunos cristales, capa micelial con numerosos restos de sustrato entremezclados, formada por un delgado

estrato interno de hifas generativas y un grueso estrato externo de hifas esqueléticas, exoperidio no pseudoforniciforme, capa pseudoparenquimática sin tonos rosados ni rojizos, pseudoestípito normalmente oscuro y rizomorfos con agregados cristalinos de oxalato de calcio monohidratado, en forma de estructuras aracnoides (ZAMORA & al. 2015).

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a M. A. Miranda el descubrimiento y la comunicación de la presencia de fructificaciones en el parque de Invierno de Oviedo.

## REFERENCIAS

- CALONGE, F.D. (1998). Gasteromycetes. I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomales. *Fl. Mycol. Iber.* 3: 1-271.
- COKER, W.C. & J.N. COUCH (1928). *The Gasteromycetes of the Eastern United States and Canada*. The University of Carolina Press. EE.UU.
- JEPSON, M. (2013). Jordstjärnor. *Mykologiska publikationer* 6: 1-228.
- JEPSON, M., R.H. NILSSON & E. LARSSON (2013). European earthstars in Geastraceae (Geastrales, Phallomycetidae) - a systematic approach using morphology and molecular sequence data. *Syst. Biodivers.* 11(4): 437-465.
- LONG, W.H. & D.J. STOUFFER (1948). Studies in the Gasteromycetes: XVI. The Geastraceae of the south-western United States. *Mycologia* 40: 547-585.
- SMITH, A.H. (1951). *Puffballs and their allies in Michigan*. University of Michigan Press. Ann Arbor.
- STANĚK, V.J. (1956). Hvězdovka Šmardova. *Česká Mykol.* 10: 18-23.
- STANĚK, V.J. (1958). Geastraceae: 392-526, 777-795. In: PILÁT, A. *Flora ČSR B1, Gasteromycetes Houby-Břichatky*, Československa Akademie Ved. Praha.
- SUNHEDE, S. (1989). Geastraceae (Basidiomycotina). Morphology, ecology and systematic with special emphasis on the North European species. *Syn. Fungorum* 1: 1-534.
- VELASCO, J.M., A. MARTÍN & A. GONZÁLEZ (2011). Los nombres comunes y vernáculos castellanos de las setas: Micoverna-I. Prime-



- ra recopilación realizada a partir de literatura micológica e informantes. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 155-216.
- WINTERHOFF, W. & K. WÖLDECKE (1982). *Bovista limosa* und *Geastrum smardae*-zweifür die Bundesrepublik Deutschlandneue Gasteromyceten. *Z. Mykol.* 48: 110-116.
- ZAMORA, J.C. & F.D. CALONGE (2007). *Geastrum parvistriatum*, una nueva especie encontrada en España. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 31: 139-149.
- ZAMORA, J.C., A. ROMÁN & E. RUBIO (2010). *Geastrum morganii*, segunda cita para la Península y nueva para Asturias. *Errotari* 7: 20-26.
- ZAMORA, J.C., F.D. CALONGE & M.P. MARTÍN (2013). New sources of taxonomic information for earthstars (*Geastrum*, *Geastraceae*, Basidiomycota): phenoloxidasas and rhizomorph crystals. *Phytotaxa* 132(1): 1-20.
- ZAMORA, J.C., F.D. CALONGE, K. HOSAKA, & M.P. MARTÍN (2014a). Systematics of the genus *Geastrum* (Fungi: Basidiomycota) revisited. *Taxon* 63(3): 477-497.
- ZAMORA, J.C., F.D. CALONGE & M.P. MARTÍN (2014b). Combining morphological and phylogenetic analyses to unravel systematics in *Geastrum* sect. *Schmidelia*. *Mycologia* 106(6): 1199-1211.
- ZAMORA, J.C., F.D. CALONGE & M.P. MARTÍN (2015). Integrative taxonomy reveals an unexpected diversity in *Geastrum* sect. *Geastrum* (Gastrales, Basidiomycota). *Persoonia* 34: 130-165.



# Hongos perjudiciales para la humanidad (III): hongos productores de micotoxicosis, alergias y hongos destructores de alimentos y de diversos materiales

VELASCO, J.M.

C/ Pontevedra, 18, 1.º C, 37003 Salamanca, España. E-mail: [juanmvs@telefonica.net](mailto:juanmvs@telefonica.net)

## INTRODUCCIÓN

Continuando con el análisis de la etnomicología, y después de redactar diversos trabajos sobre las relaciones humanas con los hongos, tanto de tipo beneficioso como perjudicial (VELASCO, 2005; 2010; 2013a; 2013b), quedan algunos aspectos que todavía no se han tratado.

Por ello, en esta tercera entrega queremos pasar revista a los siguientes temas: las micotoxicosis, las alergias de origen micótico, las pérdidas de alimentos debidas a hongos y la destrucción de materiales, biológicos (principalmente vegetales) y no biológicos, ocasionadas por hongos.

## MICOTOXICOSIS

Los hongos producen una serie de beneficios en el campo de la alimentación animal y humana, pero algunas especies alteran el aspecto, sabor, olor y color de los alimentos, con lo que pierden valor comercial y ocasionan pérdidas económicas importantes. En algunos casos, además, generan sustancias tóxicas, llamadas micotoxinas, que producen enfermedades, denominadas por ello micotoxicosis, en animales y humanos que comen los alimentos intoxicados por el crecimiento de ciertos hongos sobre ellos.

Las micotoxinas han estado ligadas a los alimentos animales y humanos desde que a la especie humana le dio por guardar alimentos vegetales y animales para su sustento en épocas de escasez; podríamos afirmar que desde que el hombre se hizo sedentario en la noche de los tiempos. Las micotoxinas comienzan a tener acto de presencia a partir de los años 60 del siglo pasado, al consta-

tar que ciertos metabolitos secundarios de hongos filamentosos o mohos producían intoxicaciones.

Casos históricos conocidos son: las epidemias de ergotismo (*o ignis sacer*, fuego sagrado o fuego de San Antonio) durante la Edad Media, llegando hasta el siglo XX (epidemia de 1926-1927, en época de hambruna, en la Unión Soviética de Stalin y la intoxicación que afectó a 140 personas en 1977-1978, en Etiopía); la enfermedad del "arroz amarillo" (*shoshin-kakke* en japonés) en Japón; y la nefropatía endémica de los Balcanes. Los veterinarios conocían una enfermedad que llamaban hepatitis X o enfermedad X de los pavos, y que relacionaban con el consumo de piensos enmohecidos. En 1960 mueren súbitamente en Inglaterra 100.000 pavitos y 14 patitos, y aparecen 9 brotes en granjas de ganado vacuno; todos ellos habían comido harina de cacahuete procedente de Brasil, que se comprobó contenía el hongo *Aspergillus flavus*, el cual produce una micotoxina que se identificó y se denominó aflatoxina. Después se emprendió una búsqueda de micotoxinas en alimentos animales y humanos, constatándose que el 50% de las cremas de cacahuete que se vendían en EE.UU. estaban contaminadas con aflatoxinas. También aparecen en productos de origen animal como leche (y productos lácteos) y huevos.

La intoxicación se puede producir de diferentes maneras (CEBALLOS, 2000):

- a) Contaminación por hongos ambientales como *Aspergillus* que crecen sobre el alimento.
- b) Presencia de micotoxinas en la materia prima de origen de alimentos elaborados, como en la crema de cacahuete.
- c) Contaminación indirecta en productos de origen animal. Los animales las ingieren con el

pienso o el forraje enmohecidos o contaminados y excretando las micotoxinas en la leche y huevos.

La mayoría de las micotoxinas son metabolitos secundarios (no indispensables para el desarrollo de los hongos) pero que ejercen alguna adaptación ventajosa para los hongos que los producen. Se conocen ya más de 300 micotoxinas químicamente diferentes, formadas por más de 350 especies de hongos causantes de diferentes micotoxicosis (MARTÍNEZ-LARRAÑAGA & ANADÓN, 2006), muchas de ellas tienen un peso molecular pequeño, lo que hace que no sean inactivadas por el calor, por lo que el tostado de frutos secos o café, o el horneado del pan pueden destruir los hongos pero no las micotoxinas. La mayoría de las micotoxinas son producidas por hongos del antiguo grupo denominado *Fungi Imperfecti* o *Deuteromycetes* (llamados así por no conocerse su reproducción sexual), destacando especies de los géneros *Alternaria*, *Aspergillus*, *Claviceps*, *Diplodia*, *Fusarium*, *Myrothecium*, *Neotyphodium*, *Penicillium*, *Phoma*, y *Stachybotrys* (Fig. 1). Las micotoxicosis se pueden producir tanto en países industrializados como en países en desarrollo, y surgen cuando las determinadas condiciones ambientales, sociales y económicas se combinan con factores meteorológicos que favorecen el desarrollo de los mohos.

Las micotoxinas las podemos encontrar en los alimentos; las especies más frecuentes pertenecen a los géneros *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*. Se pueden observar en los productos agrícolas contaminados, sobre todo en cereales, nueces, leguminosas y aceite de semillas. En los productos fermentados, el crecimiento fúngico juega un papel importante en la apariencia, sabor y conservación de los alimentos fermentados, pero se han detectado en muchos de ellos (quesos, carnes, alimentos orientales como salsa de soja, miso, tempeh, etc.) hongos toxigénicos y micotoxinas. Productos frescos de origen animal, como carne, leche o huevos pueden contener micotoxinas. Por último, el crecimiento de hongos y la producción de micotoxinas se originan en productos terminados conservados o almacenados durante mucho tiempo o en condiciones inapropiadas. La exposición a las micotoxinas se produce sobre todo por ingestión de alimentos contaminados, pero



Fig. 1. Mazorcas de maíz atacadas por *Diplodia maydis* (sinónimo *Sternocarpelia maydis*). Fuente: [www.insectimages.org](http://www.insectimages.org)

también por contacto cutáneo y por inhalación por parte de ciertos colectivos profesionales y, en menor medida, por exposición respiratoria en el interior de edificios.

Algunos autores consideran que el mayor avance que podría hacerse en la nutrición animal y humana actual sería el control de la presencia de estos metabolitos fúngicos. El creciente interés por controlar y reducir esta presencia en los alimentos queda reflejado en la reciente publicación de la normativa europea reguladora de las cantidades de micotoxinas presentes en los alimentos (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

Las micotoxicosis agudas son brotes graves y esporádicos más frecuentes en animales domesticados, sobre todo por ingestión de forrajes o piensos contaminados. En los humanos es más frecuente una micotoxicosis crónica por ingestión continuada de pequeñas cantidades de micotoxinas, que se manifiesta en una serie de enfermedades de curso lento y de difícil asociación con el agente causal, como cáncer de hígado y riñón, nefropatías, inmunosupresión, alteraciones reproductivas, etc. Se ha apuntado la hipótesis de que las micotoxinas con carácter inmunosupresor pudieron haber jugado un papel nefasto potenciando los efectos de la peste bubónica producida por la bacteria *Yersinia pestis*, pues se han correlacionado las fechas de las grandes epidemias de peste en Europa desde 1348 con los años húmedos y las zonas de grandes precipitaciones, lo que favorecería el desarrollo de los hongos (KILBOURNE, 1989).



El estudio de las micotoxinas es complicado porque sólo unas pocas cepas de determinadas especies, y en ciertas condiciones ambientales, son capaces de producir micotoxinas. Además, un mismo hongo puede producir diferentes toxinas según las condiciones ambientales; así, *Aspergillus ochraceus* forma ochratoxina A a 25 °C y ácido penicilínico a 20 °C.

Las micotoxinas más importantes (PERAICA & al., 2000; SORIANO, 2007) son las siguientes:

### 1.- Alcaloides ergóticos

En los esclerocios (Fig. 2) del 'cornezuelo del centeno' (*Claviceps purpurea*) y especies afines se forman alcaloides ergóticos (también son producidos por algunas cepas de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. y *Rhizopus* spp.), que produjeron intoxicaciones llamadas ergotismo (del francés *ergot*, espolón de gallo), fuego de San Antonio, fuego sagrado, fuego infernal, etc. El primer caso documentado en Europa (*Annales Xantenses*, de Xanten, Alemania) se produce en el valle del Rin, en el año 857. Las especies del género *Claviceps*, unas 41 en el mundo (KIRK & al., 2008), parasitan a unas 600 especies de gramíneas (familia *Poaceae*) de 81 géneros diferentes; sólo *Claviceps purpurea* parasita a unas 400 gramíneas (ILLANA-ESTEBAN, 2008). De su conocimiento y padecimiento por los hombres tenemos constancia por escritos antiguos y restos arqueológicos, como los restos de cornezuelo junto a semillas de cereal encontrados en el interior del "Hombre de Grauballe", momia hallada en una turbera danesa en 1952 y datada con una antigüedad de 1.500-1.700 años; o los registros arqueobotánicos del cornezuelo del centeno en el yacimiento vacceo-romano de Pintia (Padilla de Duero, Valladolid) y en el poblado ibérico de Mas Castellar (Pontós, Gerona).

Hasta el momento actual se han aislado más de 80 alcaloides ergóticos, que pueden diferenciarse en tres grupos desde un punto de vista químico (SCHIFF, 2006): las amidas del ácido lisérgico con dos grupos diferentes, uno formado por las amidas no peptídicas (ergometrina, etc.) y otro por las amidas peptídicas (ergina, etc.), siendo uno de los derivados de estas últimas el famoso neurotrópico LSD (dietilamida del ácido lisérgico); los derivados peptídicos o ergopeptinas (ergotamina, etc.), son



Fig. 2. *Claviceps purpurea*. Foto: J.M. Velasco.

compuestos tetrapéptidos con ácido lisérgico; y el tercer grupo son los derivados de la dimetilergolina (clavinas como la agroclavina, etc.). *Claviceps purpurea* produce alcaloides ergotamínicos causantes de la forma gangrenosa debido a su actividad vasoconstrictora; mientras que la otra forma de ergotismo, la convulsionante, es producida por los alcaloides clavínicos de *Claviceps fusiformis* sobre todo. La última vez que se ha observado esta enfermedad ha sido en La India, en 1975, siendo afectadas 78 personas. Curiosamente, en Europa se menciona que al este del Rin era más frecuente el convulsivo y al oeste el gangrenoso, y se apunta que la deficiencia de vitamina A favorece el ergotismo convulsivo frente al gangrenoso (OTT, 2000).

### 2.- Aflatoxinas

Estas micotoxinas se forman en los frutos secos, higos y cereales en condiciones de humedad y temperatura elevadas; son las toxinas más potentes y, por tanto, las más importantes desde un punto de vista toxicológico. Se diferencian hasta 20 moléculas derivadas de la difurano-cumarina, siendo las más tóxicas las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2; de las AFB1 y AFB2 se forman otros metabolitos tóxicos, las aflatoxinas M1 y M2 que aparecen en la leche materna, incluida la especie humana. Las dos especies más tóxicas son *Aspergillus flavus* que produce aflatoxinas B (Figs. 3, 4 y 5) y *Aspergillus parasiticus* que produce aflatoxinas B y G, siendo las que predominan en los países tropicales y subtropicales con clima cálido y húmedo. La AFB1 es citotóxica y carcinogénica (Fig. 6), inhibiendo la síntesis de ADN y ARN. En ge-



Fig. 3. *Aspergillus flavus* sobre un grano de maíz. Fuente: [www.lookfordiagnosis.com](http://www.lookfordiagnosis.com)

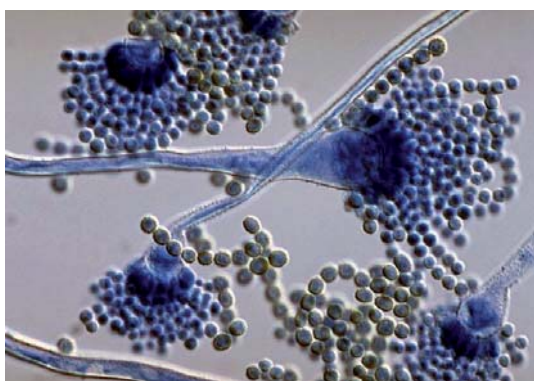


Fig. 4. Conidióforos de *Aspergillus flavus*. Fuente: [www.lookfordiagnosis.com](http://www.lookfordiagnosis.com)

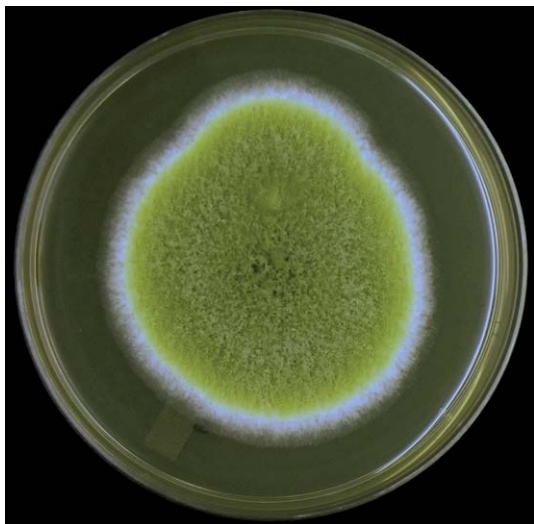


Fig. 5. Colonia de *Aspergillus flavus*.  
Fuente: [www.lookfordiagnosis.com](http://www.lookfordiagnosis.com)

neral puede decirse que son mutagénicas, teratogénicas, carcinogénicas e inmunosupresoras; el principal órgano diana es el hígado. La Unión Europea, en 2001, ha establecido un nivel máximo

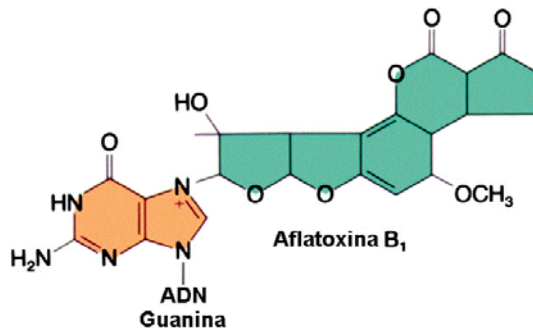


Fig. 6. Molécula de aflatoxina unida a una base nitrogenada de guanina del ADN, mecanismo por el que es carcinogénica. Fuente: <http://pendientedemigracion.ucm.es>

de aflatoxinas de 4 mg/kg en productos agrícolas y para la AFB1 un nivel máximo de 2 mg/kg. La formación de aflatoxina en el cacahuate ocurre si éste se almacena a una temperatura entre 20 °C y 40 °C, con más de un 9% de humedad en el fruto seco (actividad de agua en alimento o  $a_w = 0,85$ ) y con 70-90% de humedad relativa en el aire. Los cultivos más afectados son los cereales (maíz, sorgo, mijo, arroz, trigo), oleaginosas (olivo, soja, girasol, algodón), especias (pimienta, chile, pimienta negra, coriandro, cúrcuma, jengibre) y árboles (nogal, almendro, pistacho, cocotero).

### 3.- Ocratoxinas

El elevado número de cánceres de hígado detectados en la población bantú de Sudáfrica en 1965, impulsó el estudio de micotoxinas, aislándose la ocratoxina A (OTA) de *Aspergillus ochraceus*. Estos metabolitos llamados ocratoxinas se han descubierto en diferentes especies de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*; la más importante es la OTA producida por *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium verrucosum* y *P. viridicatum*. La micotoxina OTA ha sido encontrada en productos agrícolas como granos de cereales, granos de café verde, productos de carne fermentada y vinos; pasa de la sangre a la leche, habiéndose detectado en leche de mujer pero no en leche de vaca; en ruminantes, esta micotoxina es degradada por la microflora del rumen. La toxicidad de las ocratoxinas produce efectos nefrotóxicos, hepatotóxicos y teratogénicos (producen malformaciones fetales). De hecho, la nefropatía endémica y mortal que afecta





Fig. 7. *Aspergillus niger* creciendo sobre una cebolla. Fuente: en.wikipedia.org/wiki/Aspergillus\_niger

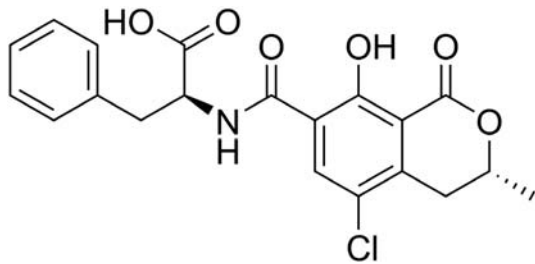


Fig. 8. Estructura de la ochratoxina A (OTA). Fuente: en.wikipedia.org/wiki/Ochratoxin

a poblaciones rurales de los Balcanes (Croacia, Bosnia-Herzegovina, Yugoslavia, Bulgaria, Rumania) es producida por estas micotoxinas, de modo que se ha calculado que una de cada 20.000 personas sufre la enfermedad o se sospecha que la padece. Al buscar las causas, se encontró que los granos los guardaban en despensas familiares inadecuadas durante meses.

Existen unas 20 especies de *Aspergillus* que producen OTA. En 1994 se detectó la presencia de OTA en *Aspergillus niger* (Fig. 7), algo preocupante por ser una especie con utilidades tales como la producción de ácidos orgánicos, enzimas y fermentadora de alimentos y bebidas tradicionales en Oriente. En nuestro país se han hecho estudios para detectar la OTA en vinos, encontrándola y haciendo responsable a *Aspergillus carbonarius* y *A. niger* que aparecen sobre las uvas en la época de la vendimia. El vino está considerado la segunda fuente de ingestión de OTA (Fig. 8) en los países



Fig. 9. Espigas de trigo atacadas por *Fusarium graminearum*. Fuente: www.inta.gov.ar



Fig. 10. Conidios de *Fusarium graminearum*. Fuente: www.apsnet.org

Europeos, siendo los primeros los cereales. La concentración máxima de OTA permitida para el vino es de 2 mg/kg (CABAÑES & *al.*, 2008).

#### 4.- Tricotecenos

Son micotoxinas producidas por hongos de diferentes especies de *Fusarium* (*F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. graminearum* [Figs. 9 y 10], *F. lateritium*, *F. poae*, *F. sporotrichoides*, *F. tricinctum*) y de otros géneros (*Myrothecium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma* y *Trichothecium*, ). Atacan los granos de cereales y pueden

vivir a temperaturas muy bajas. Se han encontrado unos 170 tricotecenos que son derivados sesquiterpenos; la más tóxica es la T-2, aunque es algo más rara que otras como la vomitoxina, el desoxinivalenol (DON), el nivalenol y el diacetoxiscirpenol (DAS). Producen inmunosupresión, náuseas y vómitos. La primera intoxicación se identificó como una aleucia tóxica alimentaria (ATA), en el año 1932, en la antigua URSS, provocando una mortalidad del 60% de los intoxicados. En las regiones afectadas se encontró entre 5-40% de los cultivos a *Fusarium sporotrichoides*. También se apuntan otros brotes de ATA en Siberia en 1913 y en la URSS, al sur de los Urales, en 1944. En algunos casos la intoxicación se produjo con una sola ingesta de pan elaborado con harina tóxica. Se han encontrado tricotecenos en muestras de aire de granjas, sistemas de ventilación de viviendas y edificios de oficinas, por lo que se cree que el llamado "síndrome del edificio enfermo" es causado por estas micotoxinas. Afecciones ocurridas en Japón, India y China por micotoxinas se han atribuido al consumo de granos de cereales contaminados con DON por los síntomas que producía.

### 5.-Zearalenona

Esta micotoxina es producida por el hongo *Fusarium graminearum* y especies afines que crecen sobre espigas de trigo y maíz sobre todo, pero también en sorgo, cebada y piensos compuestos. La zearalenona (ZEN) y derivados tienen efectos estrogénicos en varias especies animales, pudiendo producir infertilidad, hipertrofia mamaria, feminización de machos por atrofia testicular, etc.; de hecho se detectó zearalenona en la sangre de niños de Puerto Rico que padecían pubertad precoz por haber estado expuestos a alimentos contaminados. También hay datos sobre su implicación en el crecimiento de células cancerosas en tejidos que tienen receptores estrogénicos. Produce estrogenismo en cerdos y vacas, sobre todo en invierno y principios de primavera.

### 6.- Fumonisinias

Son micotoxinas producidas por *Fusarium moniliforme* y otras especies del mismo género como *F. proliferatum* y *F. verticillioides*, cuando crecen sobre maíz y otros cereales. Se han encontrado más de 10 sustancias de las cuales las más im-

portantes son las fumonisinias B1 y B2. En la India se produjo una intoxicación en 27 pueblos cuando las personas comieron maíz y sorgo, que una vez cosechados, habían permanecido en los campos durante una época de lluvias. En el maíz que produjo intoxicaciones en China e Italia, ocasionando cáncer de esófago, se encontró fumonisinina B1.

### 7.- Otras micotoxinas

-Ácido 3-nitropropiónico (3-NPA). Metabolito secundario de *Arthrrium* spp., el cual produce una intoxicación alimentaria aguda llamada "intoxicación por la caña de azúcar mohosa"; se aisló en numerosos brotes producidos en 13 provincias de China durante el periodo 1972-1988, que afectaron a 884 personas, muriendo 88 de ellas.

-Moniliformina: ocasionada por varias especies de *Fusarium*, sobre todo *F. proliferatum* que crece en granos de maíz. La moniliformina y la fumonisinina B1 son producidas por las mismas especies de hongos, pero su estructura química es muy diferente; ambas se han detectado como ubicuistas en el maíz de Estados Unidos.

-Patulina: micotoxina producida por *Byssoschlamys nivea*, *Penicillium expansum*, *P. patulinum* y otros mohos cuando crecen en plantas y frutas como la manzana. La patulina es un indicador de una mala práctica de fabricación (uso de materias primas enmohecidas).

-Esterigmatocistina: producida por *Aspergillus nidulans* y *A. versicolor*. Crecen en granos de cereales y en la capa externa de los quesos duros colonizados por *A. versicolor*. Esta micotoxina está considerada como un carcinógeno potencial.

-Luteosquirina o citreoviridina: micotoxina producida por *Penicillium islandicum* y *P. rugulosum* al crecer sobre cereales como el arroz, proporcionando un color amarillo al producto, por ello se ha llamado la "enfermedad del arroz amarillo" (*shoshin-kakke* en Japón) e "islandicosis". Tiene un efecto hepatotóxico y causa beri-beri cardíaco. En 1891, ya se demostró en Japón, que guisos de arroz atacados por *Penicillium islandicum* (Fig. 11) originaban daños hepáticos; este hongo vuelve al arroz amarillo y amargo, y de él se han aislado dos micotoxinas en la actualidad, la luteosquirina (derivado antraquinónico) y la islanditoxina (péptido cíclico que contiene cloro).



Fig. 11. *Penicillium islandicum*. Fuente: <http://static-content.springer.com>

### ALERGIAS DE ORIGEN MICÓTICO

Según una investigación reciente (FRÖHLICH-NOWOISKY & *al.*, 2009), la cantidad y diversidad de esporas fúngicas que flotan en el aire es mayor de lo que se pensaba; así, respiramos entre una y diez esporas fúngicas cada vez que inhalamos aire. En este estudio se indica que en cada metro cúbico de aire existe una media de entre 1.000 y 10.000 esporas fúngicas, que puede variar desde menos de 200 a más de 1.000.000; y si tomamos en consideración que una persona inspira entre 10.000 y 20.000 litros de aire al día, y que cada inhalación contiene entre 1 y 10 esporas, tendríamos hipotéticamente una inhalación de al menos 10.000 esporas por día, con un máximo que puede alcanzar las 200.000 esporas.

En los países industrializados, cerca del 6% de la población sufre alergia a las esporas fúngicas, especialmente los niños y adultos mayores. El primer caso de alergia a hongos se registra en 1726, cuando Floyer observó síntomas asmáticos en pacientes que habían visitado unas bodegas. Posteriormente, Blackey describió en 1873 un catarro bronquial con daño pulmonar severo después de la inhalación de esporas de *Chaetomium* y *Penicillium* (PONTÓN & *al.*, 2002).

Actualmente, se considera que las esporas de los hongos son la tercera causa más frecuente de patología alérgica después de los ácaros y los granos de polen (LIZASO & *al.*, 2003). El número de asmáticos con sensibilidad a alérgenos fúngicos está aumentando. Estudios realizados por D'AMATO & *al.* (1997) mediante pruebas cutáneas

en personas europeas, muestran que en España el 20% de las mismas son sensibles o alérgicas a los géneros *Alternaria* y *Cladosporium*, los más importantes productores de alérgenos fúngicos.

La exposición a los alérgenos fúngicos se produce tanto en espacios abiertos como en interiores; algunas especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* se encuentran en mayores concentraciones dentro de los edificios que en espacios abiertos. La probabilidad de que una persona inhale esporas fúngicas es elevada, tanto en ambientes cerrados como abiertos. Las respuestas a cada tipo de espora difieren según las personas; y los alérgenos fúngicos presentan una gran variabilidad en la respuesta alérgica que provocan. Las épocas del año con más sintomatología suelen coincidir con los meses de verano. A diferencia de los granos de polen, los hongos suelen persistir incluso a 0 °C, aunque la mayoría permanecen en un estado latente.

Los alérgenos fúngicos pueden ingerirse con los alimentos, como quesos procesados por hongos, setas, hortalizas, frutas deshidratadas, alimentos que contienen levadura, salsa de soja o vinagre. La exposición a esporas de hongos se diferencia de la exposición al polen de plantas en que las cantidades de esporas por metro cúbico de aire son mucho mayores (incluso 10.000 veces más), y en que la exposición a esporas es más duradera, periodos de meses frente a semanas de los granos de polen.

Se han descrito dos tipos de reacciones de hipersensibilidad resultantes de la exposición a alérgenos fúngicos: las reacciones tipo I y tipo III, según la clasificación clásica que Gell y Coombs establecieron en 1963 (PONTÓN & *al.*, 2002). También se han observado reacciones de hipersensibilidad tipo IV en el transcurso de infecciones por dermatofitos y candidiasis mucocutáneas. Se estima que el 8% de los adultos y el 20-25% de los niños con alergia respiratoria son hipersensibles a antígenos de hongos; estos son proteínas hidrosolubles presentes en las esporas de los hongos, siendo capaces de atravesar las barreras de las mucosas. En las reacciones tipo I, al igual que en la fiebre del heno y el asma, tras una primera exposición al alérgeno, la persona se sensibiliza; por lo que una segunda exposición desencadena un re-

acción rápida e intensa. La reacción de hipersensibilidad tipo III se caracteriza por una respuesta inmune exageradamente anómala producida por la interacción entre los alérgenos que funcionan de antígenos y los anticuerpos (inmunoglobulinas G o M), produciéndose una alveolitis alérgica en los pulmones asociada a reacciones tipo III. Habitualmente, se asocia a enfermedades profesionales, como por ejemplo: granjeros y agricultores que manejan heno u otros forrajes (padecen el llamado “pulmón de granjero”), cuidadores de palomas, empleados en industrias queseras, destilerías de whisky, etc. Los alérgenos que provocan este tipo de reacción son de origen bacteriano (especies de *Actinomyces*, su nombre se debe a que inicialmente se pensó que eran hongos) y fúngico, sobre todo especies de *Mucor* y *Alternaria*.

**Los organismos fúngicos más importantes causantes de alergias** son los siguientes:

-*Alternaria alternata*: hongo ascomiceto filamentosos que forma conidios piriformes pardos con septos transversales y longitudinales (Fig. 12) en cadenas de unos diez o más. Es un hongo muy común en abonos, plantas cultivadas, pulpa de madera, madera podrida, alimentos y tejidos, así como en el suelo. En las viviendas está en el aire, el polvo y sitios húmedos. Es uno de los hongos más extensamente distribuidos y uno de los principales alérgenos; la alergia a este hongo es una causa común de asma. Puede provocar lesiones cutáneas y subcutáneas después de traumatismos en personas inmunosuprimidas. También es causa de onicomycosis; y se han observado infecciones sistémicas (como encefalitis) en enfermos de sida.

-*Aspergillus fumigatus* (su nombre genérico proviene de “aspergilo” que es el hisopo para rociar agua bendita, por la semejanza del conidióforo con ese objeto), hongo ascomiceto filamentosos que produce conidios de color verde oscuro, esféricos o subesféricos, unidos formando cadenas que nacen de un conidióforo ensanchado (Fig. 13). Es un saprobio cosmopolita presente en el suelo y en materiales orgánicos en descomposición. Produce toda una serie de metabolitos de efectos antibióticos y tóxicos, como la fumigacina, etc. Es un patógeno humano muy importante que puede ocasionar invasiones graves en personas inmu-



Fig. 12. Conidios de *Alternaria alternata*. Fuente: [www.mycology.adelaide.edu.au](http://www.mycology.adelaide.edu.au)

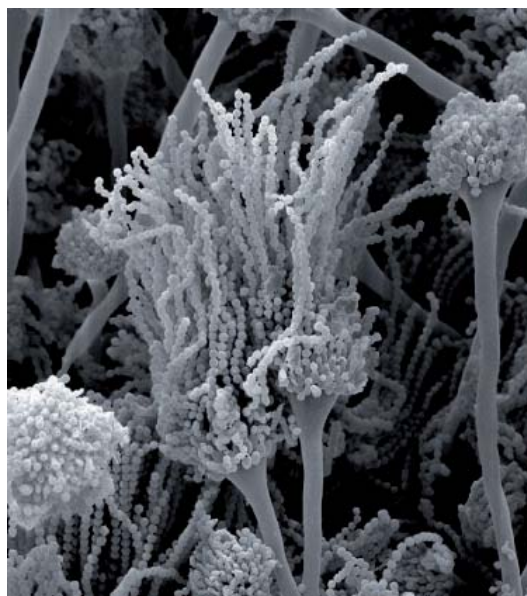


Fig. 13. *Aspergillus fumigatus*. Fuente: [www.alergiafbvva.es](http://www.alergiafbvva.es)

nosuprimidas; siendo la mortalidad elevada en casos de aspergilosis pulmonares necrotizantes y en las aspergilosis diseminadas. Además, se han aislado de este hongo más de 20 moléculas con poder alérgico causantes del “pulmón de granjero” (alveolitis), asma o rinitis alérgica (al manejar heno mohoso), en casos de estipatosis (al inhalar polvo de fibras de esparto -*Stipa tenacissima*- que contenga conidios de este hongo), aspergilosis broncopulmonar alérgica y aspergiloma (crecimiento fúngico micelial en forma de pelota en el parénquima pulmonar).

-*Cladosporium herbarum* (de *kládos*: rama y *spóros*: espora, semilla; es decir, con esporas en ramas), hongo ascomiceto filamentosos, con co-

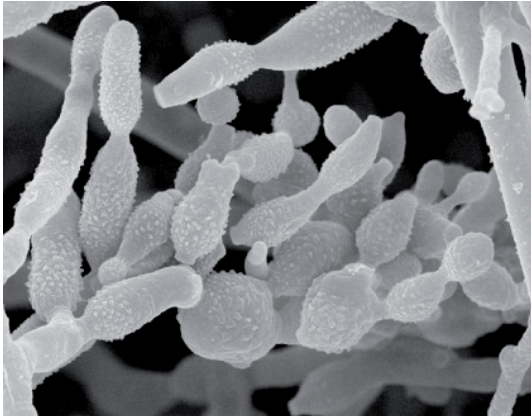


Fig. 14. Conidios de *Cladosporium herbarum*. Fuente: [www.alergiafbbva.es](http://www.alergiafbbva.es)

nidióforos con cadenas ramificadas de conidios elipsoidales (Fig. 14); estos se encuentran frecuentemente en el aire de las zonas templadas del planeta, especialmente en zonas boscosas y en el centro de las ciudades. Coloniza frecuentemente hojas de gramíneas, suelo y alimentos, pero se ha aislado de lugares muy diversos: tejados de paja, cremas faciales, pinturas, ropa, frigoríficos sucios, ventanas de madera mojadas y en casas húmedas y mal ventiladas. Es, junto con *Alternaria alternata*, uno de los hongos alérgenos respiratorios más importantes, implicado en casos de asma y fiebre del heno. Se han aislado de este hongo hasta 60 extractos con efectos antigénicos.

#### Otros hongos de interés alérgico:

-*Aureobasidium pullulans*, ascomiceto dimorfo, saprobio de distribución mundial, más común en zonas templadas.

-*Candida albicans*, ascomiceto dimorfo, está asociado a seres vivos de sangre caliente, con reservorios en los tractos digestivo y respiratorio y en la mucosa vaginal, comportándose como saprobio. Se ha aislado un alérgeno de este hongo. Además, se puede comportar como patógeno produciendo infecciones superficiales que afectan a la piel, uñas y mucosas.

-*Epidermophyton floccosum*, ascomiceto filamentoso asociado principalmente a seres humanos (antropófilo) como causante de dermatofitosis como tiñas; puede ocasionar episodios alérgicos.

-*Exserohilum rostratum*, ascomiceto filamentoso, cosmopolita, fitopatógeno de cereales sobre

todo; asociado a casos de asma, enfermedad broncopulmonar alérgica y fiebre del heno.

-*Fusarium culmorum*, ascomiceto filamentoso. Diversas especies de *Fusarium* son productoras de micotoxinas, y se han asociado a diferentes tipos de alergias, como asma, enfermedad broncoalveolar alérgica, rinitis crónica en niños, y en recolectores de fresas y otros agricultores.

-*Microsporum canis*, ascomiceto filamentoso que causa tiña en gatos, perros y monos. Cuando se transmite al ser humano es una especie muy contagiosa.

-*Mucor mucedo*, zigomiceto filamentoso, muy abundante en lugares donde hay vegetales en descomposición (serrín, leña, etc.) y alto grado de humedad. Se han descrito reacciones cutáneas a este hongo y se ha asociado con la enfermedad de los peleteros, pues usan serrín en el secado de las pieles de visón.

-*Penicillium brevicompactum*, *P. chrysogenum* (el mejor productor de penicilina) y *P. glabrum*, son ascomicetos filamentosos con conidios en cadenas que recuerdan a los pelos de un pincel. Pueden producir alergias respiratorias; y *P. glabrum* (capaz de vivir sobre cualquier sustrato, pues se ha aislado hasta en pintura y gasoil) se ha encontrado en casos de suberosis (enfermedad del personal de fábricas de corcho).

-*Rhizopus stolonifer*, zigomiceto filamentoso muy frecuente que crece sobre diversos sustratos, sobre todo en vegetales muertos y húmedos; de hecho provoca una alveolitis alérgica que se llama "pulmón del serrador", al manejar maderas húmedas.

-*Saccharomyces cerevisiae*, ascomiceto levaduriforme, hongo ambiental común y componente transitorio de las micobiotas digestiva y cutánea humanas.

-*Stemphylium botryosum*, ascomiceto filamentoso (Fig. 15); es junto con *Alternaria* uno de los hongos alérgenos cosmopolitas más comunes en el hemisferio norte, sobre todo en zonas templadas y subtropicales. Se asocia con diferentes cuadros alérgicos respiratorios.

-*Trichophyton rubrum*, ascomiceto filamentoso de carácter antropófilo causante de tiñas y ciertas alergias.



Fig. 15. Conidios de *Stemphylium botryosum*. Fuente: <http://web2.mendelu.cz>

-*Ustilago tritici*, ustilagomiceto levaduriforme, fitopatígeno cosmopolita de plantas ornamentales y cereales como trigo, maíz, etc., en los que causa el tizón o carbonilla; curiosamente, ese polvo oscuro formado por millones de esporas es potencialmente explosivo. Se ha asociado con casos de asma y alveolitis alérgica extrínseca.

## HONGOS DESTRUCTORES DE ALIMENTOS

Los alimentos humanos vegetales y animales son descompuestos por microorganismos que utilizan los compuestos orgánicos de los mismos como nutrientes para ellos. Es ley de vida, pues su función en la naturaleza es esa, aprovechar para su supervivencia los recursos orgánicos que encuentren. Por ello, desde que los humanos se hicieron agricultores y conservaban los excedentes para el invierno tuvieron que pelearse con los descomponedores, secando, salando, ahumando o enfriando, entre otros tratamientos, los alimentos.

Los hongos, para multiplicarse, necesitan agua, oxígeno y una temperatura idónea. Necesitan tomar también sustancias nutritivas de un sustrato; dichas sustancias son disueltas antes de su absorción por el micelio. Si no se toman precauciones, los productos de cultivos en el campo y almacenados constituyen un sustrato ideal para el desarrollo de hongos.

Una serie de factores intrínsecos y extrínsecos determinan el crecimiento de hongos y bacterias. Los factores intrínsecos relacionados con los ali-

mentos son la actividad o disponibilidad de agua, el pH, el potencial de oxidación-reducción, la estructura física del alimento, los nutrientes disponibles y la posible presencia de agentes antimicrobianos naturales (PRESCOTT & *a/.*, 1999); mientras que entre los extrínsecos o ambientales están la temperatura, la humedad relativa, los gases ( $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ ) y los microbios presentes.

Ahora bien, uno de los principales factores para que puedan desarrollarse es la hidratación del material orgánico. La actividad acuosa (aa, aw en inglés) es una medida de la proporción de moléculas de agua sin ligar, necesarias para que los microorganismos sobrevivan y se reproduzcan. El valor de aa de la mayoría de los alimentos frescos es de 0,99. Como referencia se indica que una aa = 0,94 corresponde a una disolución de cloruro sódico del 10%. La mayoría de las bacterias dejan de crecer cuando ese parámetro alcanza valores de 0,91, pero las levaduras y los mohos sobreviven con valores inferiores. Para que los microbios fúngicos, como mohos, puedan desarrollarse y estropear alimentos, deben crecer sobre un alimento que contenga una actividad acuosa (aa) igual o superior a 0,80; este valor corresponde a disoluciones concentradas de sal o de azúcar (PARISH, 2006), por eso se pueden conservar alimentos añadiéndoles sal (bacalao, jamones) o azúcar (mermeladas), pues los microbios se deshidratan en esos medios hipertónicos.

Otro factor relevante es la composición del alimento. Si es rico en hidratos de carbono no producirá malos olores, en cambio si contiene proteínas, grasas o ambas se producen compuestos amínicos (como la cadaverina) malolientes, por lo que a la descomposición se le denomina putrefacción.

En cuanto al pH, hay que tener presente que pH ácidos favorecen el crecimiento de hongos (levaduras y mohos), mientras que en alimentos con pH neutro o básico, como las carnes, son las bacterias las predominantes.

De los factores extrínsecos, los más relevantes son la humedad ambiental y la temperatura:

-La primera causa el deterioro de los productos almacenados por parte de los hongos, sobre todo si la humedad relativa del aire presente en la masa del producto almacenado supera el 70%. Con esta humedad relativa se desarrollan numerosos



micelios fúngicos, con lo cual se intensifica la actividad biológica y aumenta el deterioro. El nivel del 70% de humedad relativa se ha considerado como el «nivel de seguridad».

-Sobre la segunda causa, hay que decir que los hongos presentes durante el período poscosecha, generalmente muestran crecimiento óptimo a 20-25 °C, dependiendo de la especie, aunque algunos de ellos responden óptimamente a temperaturas ligeramente superiores. En general, las temperaturas máximas que toleran los hongos para su crecimiento son 32-38 °C, aunque algunas especies pueden crecer aún a mayores temperaturas. Las temperaturas inferiores a 15 °C usualmente inhiben el desarrollo de patógenos, aunque existe un grupo selecto de hongos (como *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium herbarum* y *Penicillium expansum*) que pueden crecer y causar deterioro a temperaturas entre -1 °C y 1 °C.

En el medio ambiente existen muchas especies de mohos que pueden crecer de forma saprófita o saprobia sobre casi cualquier sustrato. El saprofitismo de los hongos les obliga a competir con otros microorganismos por la explotación de un sustrato nutritivo. El crecimiento de los mohos es lento, comparado con el de las bacterias y levaduras, por lo que, cuando las condiciones son favorables al desarrollo de todos los gérmenes (alimentos húmedos, nutritivos y de pH neutro, mantenidos a temperatura ambiente) los mohos están en condiciones desfavorables de competencia, por lo que predomina el crecimiento bacteriano y el alimento entra en una fase de putrefacción. Sin embargo, los mohos soportan bien las condiciones que para otros gérmenes son desfavorables: pH ácidos, baja actividad del agua (aa), presencia de sal, bajas temperaturas de almacenamiento, etc. Por ello, su crecimiento, una vez iniciado, puede ser muy rápido. Esta es la razón de su presencia en alimentos de largo periodo de conservación, como el pan, mermelada, queso, productos desecados o curados, cereales y frutos secos.

Algunos géneros tienen afinidades por ciertos alimentos; así, especies de los géneros *Mucor* y *Rhizopus* prefieren pan, melones y tomates. No obstante, el moho del pan (*Mucor mucedo*) puede desarrollarse sobre alimentos hechos de harina, pero también en uvas y otros frutos, en quesos y

hasta en billetes emitidos por los bancos nacionales. Las especies de *Penicillium* prefieren los frutos cítricos, las especies de *Botrytis* son ávidas por las fresas y las uvas, y las especies de *Aspergillus* prefieren frutos secos, confituras y jamones.

El ataque de mohos y levaduras a alimentos altera las características organolépticas de los mismos, como oxidación de grasas, degradación de proteínas, etc., con disminución de valor nutritivo y aparición de olores y sabores indeseables: sabor a moho, sabor rancio o amargo, coloraciones anormales en la parte afectada que impiden su consumo y su comercialización. Además, pueden ser contaminados con diversas toxinas que producen dichos mohos y levaduras, originando afecciones denominadas micotoxicosis en animales domésticos (por consumo de forrajes y piensos con estos hongos o sus toxinas) y en humanos (por consumo de alimentos con toxinas); éstas se han analizado en un apartado anterior.

Los hongos que producen alteraciones en alimentos pertenecen al grupo de los *Zygomycetes*, principalmente del orden *Mucorales*; y sobre todo hongos de los grupos *Deuteromycetes* u "Hongos Imperfectos" (actualmente incluidos en el filo *Ascomycota*) y *Ascomycetes*.

Una amplia gama de hongos han sido caracterizados como causantes del deterioro de una gran variedad de productos, siendo los más comunes algunas especies de: *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Diplodia*, *Fusarium*, *Monilinia*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phomopsis* y *Rhizopus*.

Ya en 1977, la ONU hizo un llamamiento para que se estudiaran las pérdidas poscosecha de los alimentos vegetales, pues era una de las causas que contribuían a la hambruna en el mundo. Los hongos son la segunda causa, después de los insectos, que produce una mayor destrucción de alimentos de origen vegetal desde la recogida en el campo hasta que llegan al consumidor. Se ha estimado que a nivel mundial, y promediando, las pérdidas de las cosechas por hongos varían entre el 5% y el 20%, dependiendo del tipo de cultivo y de las condiciones climáticas y de almacenamiento de la cosecha, lo que está relacionado con el desarrollo tecnológico de los países. Si nos fijamos en las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas causadas por microorganismos, éstas son del orden

de 5-25% en países desarrollados, según estimaciones hechas en Estados Unidos, y del 20-50% en países en desarrollo, según estimaciones hechas en Chile. Estos valores están subestimados ya que, generalmente, se evalúa en un solo punto de la cadena que recorren los alimentos. Normalmente, las mediciones se realizan en el momento de salida de las cámaras frigoríficas, pero existen pérdidas posteriores en los comercios, restaurantes y en los hogares en donde se preparan finalmente los alimentos vegetales.

En España, por ejemplo, los cítricos son deteriorados en un 3-12% por dos hongos: el moho verde (*Penicillium digitatum*) (Fig. 16) y el moho azul (*Penicillium italicum*) (Fig. 17).

Los alimentos vegetales -granos, frutas, hortalizas, etc.- pueden ser invadidos por hongos durante su formación en la planta, su cosecha, su transporte o su acondicionamiento y almacenamiento. Debido a las diferentes condiciones ambientales en las cuales se desarrollan los hongos, éstos se han clasificado, según un punto de vista ecológico, en hongos de campo y hongos de almacén.

#### a) Hongos de campo

Los hongos de campo invaden el producto antes de la cosecha. Se desarrollan a humedades relativas mayores del 90%, equivalente a una humedad del alimento del 22-23% o más. Estos normalmente no continúan creciendo durante el almacenamiento, debido a que el contenido de humedad del grano está debajo de sus requisitos. Sin embargo, después de la cosecha, ya el daño ha sido hecho.

Los géneros más comunes de hongos de campo son: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Diplodia*, *Fusarium* y *Mucor*, pero también se encuentran *Curvularia*, *Helminthosporium* y *Phoma*.

#### b) Hongos de almacén o poscosecha

Los hongos de almacén infestan el alimento durante el almacenamiento. No lo dañan antes de la cosecha, con la excepción de *Aspergillus flavus* que ha sido reportado en mazorcas de maíz en el campo. Los hongos de almacén pueden encontrarse en toda clase de alimentos. Estos hongos para desarrollarse necesitan humedades relativas en un rango de 70-90% y



Fig. 16. Moho verde (*Penicillium digitatum*) sobre limón. Fuente: <http://alimentarseconconocimiento.blogspot.com.es>



Fig. 17. Moho azul (*Penicillium italicum*) sobre naranja. Fuente: [www.biodiversidadvirtual.org/hongos](http://www.biodiversidadvirtual.org/hongos)

temperaturas de 25-35 °C. El factor más importante en su desarrollo es la humedad interna del grano, la cual debe ser superior al 14%. Una diferencia de 1% puede determinar que una especie sea la predominante y que la velocidad de ataque sea mucho más rápida. Las especies más importantes provienen de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, cada una con requerimientos nutricionales y ambientales definidos. Así, en granos secos de cereales, leguminosas y girasol el desarrollo de varias especies ocurre en una sucesión biológica según el contenido de humedad del grano en donde crecen. Por ejemplo, en Centroamérica, la primera especie que atacará granos de cereales será *Aspergillus restrictus* a 14-14,5% de humedad, y según vaya aumentando la humedad del grano, se irán presentando otras especies: *A. candidus*, *A. flavus* (Fig. 18), *A. glaucus*, *A. ochraceus* y *Penicillium* spp., adaptadas al contenido de humedad ascendente (hasta



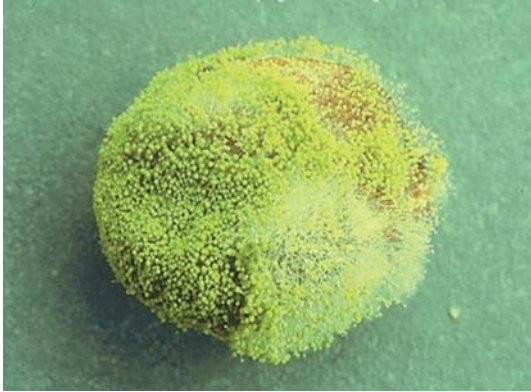


Fig. 18. *Aspergillus flavus* creciendo sobre un cacahuete, puede apreciarse el color amarillo limón de este moho. Fuente: [www.apsnet.org](http://www.apsnet.org)

un 20%), llegando sucesivamente a humedades apropiadas para el ataque de bacterias.

Para evitar el ataque de hongos a los alimentos vegetales en poscosecha se dispone de muy pocos fungicidas; además, numerosos informes indican la aparición de cepas resistentes a los mismos. Por otro lado, la aplicación de fungicidas poscosecha está siendo objeto de numerosas restricciones en varios países. Existe una fuerte presión por parte de los consumidores exigiendo la limitación del uso de estos productos por razones toxicológicas y ambientales.

Ya en el año 1987 un estudio realizado por la National Academy of Sciences (NAS) reportaba que 9 compuestos oncogénicos abarcaban el 90% de todas las ventas de fungicidas. El mismo informe indicaba también que los fungicidas constituyen el 60% del riesgo de contraer cáncer de todos los pesticidas usados en los alimentos.

Esto lleva a un proceso de eliminación progresiva de los fungicidas autorizados para su uso en la poscosecha. Se suma a esto la falta de nuevos principios activos que reemplacen a los anteriormente eliminados.

La situación descrita obliga a la investigación y desarrollo de métodos de control alternativos y/o complementarios al control químico, como tener el grano de maíz tres días más al sol después de comprobar que el maíz está seco, con ello se asegura una deshidratación más segura antes de guardarlo en el silo (Fig. 19). Otra alternativa es el control biológico por bacterias u otros hongos que nos reportarían un beneficio (VERO & MONDINO, 1999).



Fig. 19. Secar el maíz tres días más es uno de los consejos que se da a los agricultores mejicanos a la hora de guardar el grano de maíz, para evitar el desarrollo de hongos destructores. Fuente: Uso y manejo del silo ([www.postcosecha.net](http://www.postcosecha.net)).

## HONGOS DESTRUCTORES DE MATERIALES VEGETALES

Los hongos de la podredumbre, sobre todo de la madera, cumplen un papel fundamental en la descomposición de los materiales vegetales, porque si no fuera por ellos, se acumularían en los suelos de los bosques los árboles muertos y otras plantas que producirían una capa de 10 cm de espesor cada año, pero cuando atacan a los árboles vivos y a la madera de estructuras, provocan pérdidas económicas importantes.

Los bosques ocupan aproximadamente el 27% del área continental en el mundo, y en éstos, la madera es el producto comercial predominante, siendo un material valioso de gran importancia en la economía mundial. Éste es usado extensivamente como material estructural, combustible o materia prima de la industria en muchos países. Pero gran parte de la producción maderera es consumida por los hongos, tanto en los árboles vivos como en la madera trabajada. Hay hongos que crecen sólo sobre árboles vivos (parásitos estrictos), otros parasitan los árboles y después perduran en los árboles muertos (parásitos y saprófitos), mientras que otros solo prosperan en madera muerta (saprófitos estrictos).

La madera es uno de los materiales más resistentes a la degradación biológica, y su resis-

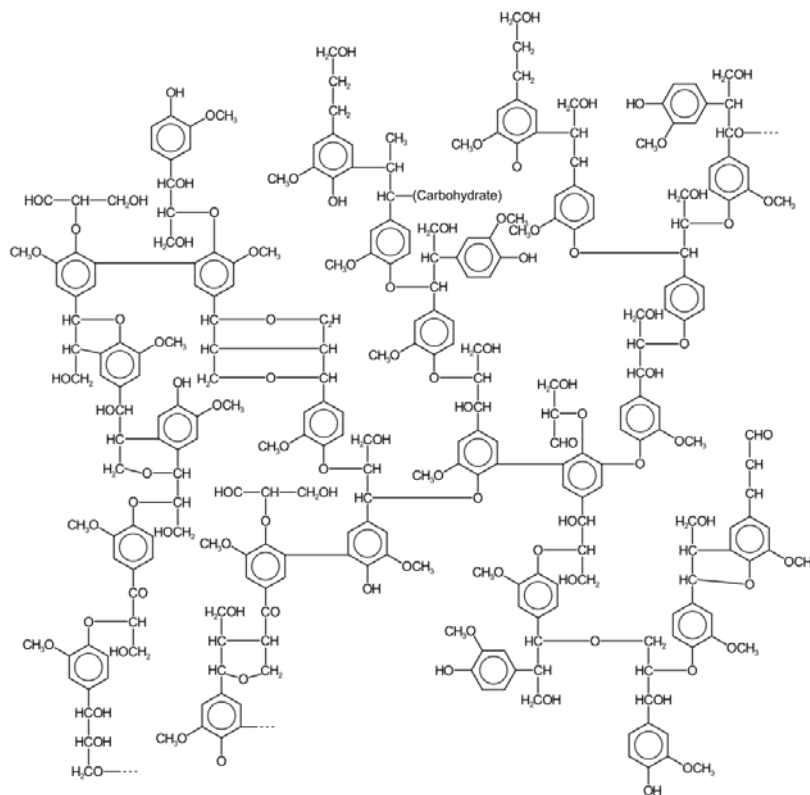


Fig. 20. Estructura química de la lignina. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Lignina>

tencia se debe a su estructura anatómica y a su composición química. Se compone principalmente de celulosa (40-50% peso seco), hemicelulosas (25-40%) y lignina (20-35%), con muy bajos niveles de azúcares disponibles que puedan ser atacados por protozoos, bacterias y hongos de diferentes grupos taxonómicos. También contiene componentes potencialmente tóxicos para los hongos. En árboles latifolios generalmente se encuentran taninos, mientras que en coníferas se encuentran compuestos fenólicos como terpenos, estilbenos, flavonoides y tropolones.

La celulosa es el polímero individual más importante de las plantas, constituyendo parte de la pared celular de las células de las plantas maduras. Consiste en un único monómero, la glucosa, unida por enlace  $\beta(1-4)$ . Una molécula de celulosa consiste en cadenas lineales de alrededor de 3.000 unidades de glucosa, que pueden encontrarse al azar (celulosa amorfa) o en apretadas microfibrillas (celulosa cristalina). Otro de los componentes estructurales de la pared celular son las hemicelu-

losas, un grupo de heteropolisacáridos altamente ramificados unidos por enlaces  $\beta(1-4)$ .

La lignina es el segundo polímero natural más abundante en el planeta después de la celulosa. Sin embargo, es más resistente a la descomposición que la celulosa. La molécula de la lignina es un polímero complejo tridimensional formado por tres bloques principales del grupo de los cinnamil alcoholes, que tienen una estructura fenil-propaño: coniferil alcohol, sinapil alcohol y cumaril alcohol (Fig. 20). Es resistente a la degradación por muchos microorganismos, y de hecho, su papel primario en la pared celular de la madera es proteger los carbohidratos del ataque microbiano. Se ha dicho que la lignocelulosa es la versión natural del hormigón armado, pues la celulosa proporciona el armazón estructural empotrado en una matriz de hemicelulosas y recubierto con lignina, a modo de cemento impermeable. No obstante, la lignina es eficientemente degradada, principalmente, por los hongos de la podredumbre blanca.



La descomposición de la madera corre a cargo de los hongos lignícolas, tanto de la clase *Basidiomycetes* (sobre todo del orden *Aphyllophorales* s.l.) como de la clase *Ascomycetes*.

El proceso de descomposición de la madera desarrollado por los hongos es complejo. El hongo al establecerse en la madera desarrolla hifas de 1 a 2  $\mu\text{m}$  de diámetro colonizando rápidamente las paredes y lúmenes celulares, produciendo una transformación bioquímica con cambios estructurales. Esto causa un menor porcentaje de lignina en el tronco, una lignina que es modificada cualitativamente y una madera más porosa. La pudrición empieza cuando el hongo de la podredumbre penetra en la madera e inicia la colonización, comenzando la liberación de las enzimas hidrolíticas. En esta fase de colonización, el daño es limitado y aún no hay evidencias visibles. Esta etapa es llamada incipiente. A medida que se desarrolla el hongo, el proceso de pudrición crea pequeños cambios en el color, en la textura de la madera, y pueden aparecer fibras quebradizas; estos cambios constituyen la fase temprana, cuando la pudrición es detectable, pero no obvia. A medida que el proceso de pudrición continúa a la fase intermedia, hay evidentes cambios de color y textura en la madera, pero el grosor de la estructura permanece aún intacto. La fase tardía se produce cuando hay un rompimiento total de la estructura de la madera y la madera residual se vuelve blancuzca y de mala calidad.

Las podredumbres se han clasificado según el color y la estructura aparente (GARCÍA-ROLLÁN, 1976) que producen en su proceso de descomposición. Así se diferencian:

#### **Podredumbre blanca**

Este tipo de podredumbre está causada por los hongos más destructores, pues son capaces de atacar a la lignina que protege a la celulosa y a la hemicelulosa, dejando por ello unos restos blancos de celulosa (Fig. 21), terminando todos los componentes de la pared celular siendo totalmente consumidos, con excepción de los minerales. Se conocen más de 600 especies de hongos, sobre todo basidiomicetos, que son capaces de realizarla. La madera adquiere un aspecto blanquecino y una textura fibrosa y esponjosa. En árboles vivos



Fig. 21. Podredumbre blanca. Fuente: [www.redforesta.com](http://www.redforesta.com)



Fig. 22. *Heterobasidion annosum*. Fuente: [www.mycofiel.nl](http://www.mycofiel.nl)

los efectos económicos se producen sobre todo en coníferas.

Uno de los hongos más peligrosos es *Heterobasidion annosum* (Fig. 22), el cual es capaz de atacar a 150 especies de árboles. Otros son: *Armillaria mellea*, el cual se defiende, de otros hongos competidores por el alimento, mediante la formación y expulsión de antibióticos como el orselinato de armililo; *Phanerochaete chrysosporium*, un hongo con una capacidad alta de degradar la madera, pero también compuestos xenobióticos

(benceno, conservantes de la madera, pesticidas, etc.); *Fomes* spp.; *Ganoderma* spp.; *Phellinus* spp.; *Pleurotus* spp.; *Polyporus* spp.; *Trametes* spp.; etc. También es producida por algún ascomiceto como *Xylaria hypoxylon*.

#### **Podredumbre roja, marrón o parda**

Esta es producida exclusivamente por especies de la clase *Basidiomycetes*. Son atacadas las hemicelulosas y la celulosa acortando sus cadenas moleculares; la lignina es modificada (eliminación de grupos metoxi) pero no degradada, por lo que el color que prevalece es el pardusco de la lignina (Fig. 23). Algunas de las especies que originan esta descomposición son *Fomitopsis pinicola*, *Poria placenta* y *Tyromyces palustris*. Curiosamente, al menos una especie, *Gloeophyllum trabeum*, emplea un mecanismo no enzimático para degradar la celulosa.

#### **Podredumbre blanda**

Todo un ejército de hongos de la clase *Ascomycetes* son capaces de causar la podredumbre blanda, metabolizando la celulosa y las hemicelulosas, pero no son capaces de digerir la lignina. Algunos hongos liberan un complejo enzimático completo, mientras que otros no; la razón de esta diferencia no está clara. La madera pierde fuerza mecánica y se torna húmeda y esponjosa. Alrededor de las hifas se genera una destrucción localizada de la celulosa alrededor de la hifa, formando una cavidad en la pared. Algunos de los hongos causantes de este tipo de pudrición son *Chaetomium globosum* y *Daldinia concentrica*.

#### **Podredumbre cúbica**

Existen otras podredumbres que producen cambios diversos de texturas como la cúbica, producida por *Poria mucida* y *Fistulina hepatica*, entre otras, en la que se producen grietas en las tres direcciones del espacio y dejan la madera cuarteada en pedazos paralelepípedicos, aunque por su color habría que encajarla en la podredumbre parda.

#### **Podredumbre fibrosa**

La podredumbre fibrosa, genera fascículos longitudinales, y avanza a lo largo de los troncos de los árboles, es de color blanquecino o amarillento;



Fig. 23. Podredumbre marrón. Fuente: www.isahispana.com

ésta es originada por *Inonotus radiatus* (sinónimo *Xanthochrous radiatus*).

La actividad enzimática de los hongos descomponedores de madera es de gran importancia tanto a nivel ecológico como industrial, ya que su complejo enzimático especializado de peroxidases, lacasas, glucanasas y celulasas como la celobiosa deshidrogenasa, tiene gran importancia dentro del ciclo del carbono. Además de esto, pueden causar grandes perjuicios a nivel económico en la industria maderera, ya que al alterar los componentes celulares cambian las propiedades físicas y químicas de la madera. Por otro lado, su actividad enzimática presenta una gran variedad de aplicaciones biotecnológicas en la industria del papel, de textiles y tintes, de alimentos y en procesos de detoxificación. Las enzimas ligninolíticas más estudiadas de los hongos de la pudrición, hasta ahora, han sido la manganeso peroxidasa, la lignina peroxidasa, la peroxidasa versátil y la lacasa; la celobiosa deshidrogenasa se conoce desde hace poco tiempo. A pesar de que no se conoce totalmente la función biológica de la celobiosa deshidrogenasa, se sabe que cumple un papel clave en la degradación de la lignina, facilitando la actividad de enzimas oxidativas como la lacasa, ésta es la más ampliamente distribuida entre los hongos de la pudrición blanca.



Lo dicho para la podredumbre de la madera puede ser extrapolado a la podredumbre o descomposición de cualquier material de origen vegetal, desde restos forestales como cortezas, ramas, hojas, piñas, frutos, matas y hierbas de limpiezas forestales y cortafuegos, hasta restos agrícolas (tallos, hojas, etc.), cosechas acumuladas, fibras textiles y materiales de artesanías diversas. Así pues, cualquier material vegetal puede ser atacado por algún organismo fúngico siempre que se den las condiciones adecuadas.

En ocasiones, una observación atenta por parte de una persona perspicaz puede producir un conocimiento nuevo que convierta en cierto el dicho: "no hay mal que por bien no venga". Este es el caso de un hecho que ocurrió durante la II Guerra Mundial, en el océano Pacífico, cuando los norteamericanos se encontraron que el material fabricado con fibras de algodón: ropa, cuerdas, tiendas de campaña, etc., sufrían una rápida descomposición. Tal fue el impacto que sufrieron los mandos norteamericanos, que montaron un laboratorio de investigación sobre el deterioro de los materiales en las zonas tropicales (*Tropical Deterioration Research Laboratory*) para tratar de poner remedio a este inmenso problema.

En 1943, el Dr. E. T. Reese aisló un hongo al que se le dio el nombre de *Trichoderma reesei* (Fig. 24), en honor a su descubridor (SÁNCHEZ, 2008), que resultó ser el anamorfo de *Hypocrea jecorina*. Esta especie fúngica representa a los organismos más eficientes en la producción de celulasa, enzima capaz de romper los enlaces de la celulosa (polímero de glucosa muy abundante en la naturaleza, pues las paredes celulares de las células vegetales, a excepción de las de algunos grupos de hongos, están formadas por dicha molécula). Pues bien, esa enzima puede tener un uso de enorme interés económico si se consigue su fabricación a un precio competitivo para la obtención de bioetanol a partir de cualquier material vegetal celulósico: madera, restos de plantas cultivadas, etc. Por ello, se ha secuenciado el genoma de ese hongo en 2008 para manipular los genes responsables de la formación de celulasa y obtener una producción de al menos 50 g/l del cóctel de enzimas.

Existe toda una colección de hongos que destruyen diferentes materiales como cuero, papel,

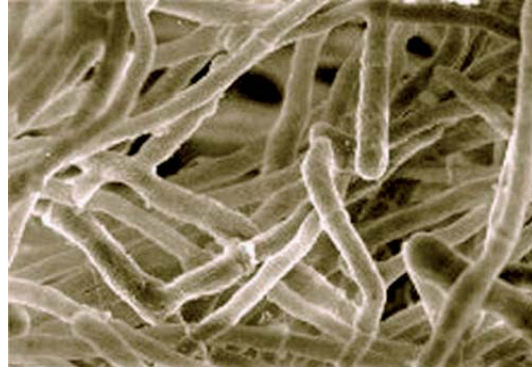


Fig. 24. Hifas de *Trichoderma reesei*. Fuente: [www.wissenschaft.de](http://www.wissenschaft.de)

pergamino, tintas, colas, textiles, sellos de cera, etc. ocasionando graves daños al patrimonio cultural de muchos países, sobre todo tropicales (HEIM & *al.*, 1969). Los géneros que contienen especies que ocasionan un biodeterioro importante en las bibliotecas son *Alternaria*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Stachybotrys* y *Trichoderma* (CALVO & *al.*, 2005; HERNÁNDEZ & *al.*, 2012). Un ejemplo relevante en climas templados es *Chaetomium globosum* (clase *Plectomycetes*, orden *Sphaeriales*) que ataca a los papeles viejos y húmedos, siendo un enemigo de bibliotecas y archivos por su fuerte actividad celulolítica, sobre todo si sufren algún problema de humedad por goteras, etc.

## HONGOS DESTRUCTORES DE MATERIALES NO BIOLÓGICOS

Se conocen otros hongos que son capaces de degradar emulsiones fotográficas, cintas magnéticas, tejidos sintéticos, pinturas, papel pintado, fungicidas e incluso discos compactos al descomponer la laminilla de plástico de los CDs o DVDs, la cual es ennegrecida y agujereada. La primera cita de este ataque, hecha por un geólogo, J. García Guinea, del Museo de Historia Natural de Madrid en 2001, describe discos CDs procedentes de Belice (Fig. 25) que contenían el hongo *Geotrichum candidum*, infectante de plantas y animales, siendo el anamorfo de *Bjerkandera adusta* (ROMERO, 2010). Después se supo que es muy frecuente en países de la zona del Caribe, con humedad y tem-

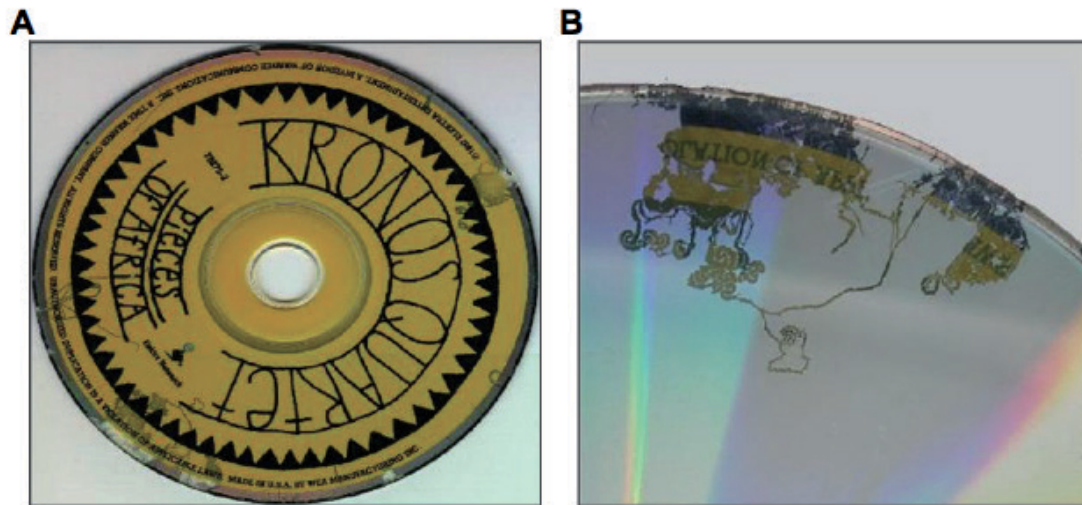


Fig. 25. Disco CD biodegradado procedente de Belice. A: Anverso en el que figura el grupo musical Kronos Quartet. B: Reverso en el que se ve la biodegradación ocasionada por el hongo en detalle. Fuente: <http://eprints.ucm.es/11986/1/T32572.pdf>

peratura altas, como Guatemala, México, Panamá, Costa Rica, e incluso hay una cita de Asia en Hong Kong (GARCÍA-GUINEA & *al.*, 2001).

## REFERENCIAS

- CABAÑES, F.J., M.R. BRAGULAT, M.L. ABARCA & S. MÍNGUEZ (2008). Hongos tóxicos en las uvas. *Investigación y Ciencia* 381: 12-13.
- CALVO, M.A., C. ADELANTADO & E. CORCUERA (2005). Principales características de los hongos causantes de alteraciones en materiales celulósicos. *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* 53: 18-23.
- CEBALLOS, M.R. (2000). Los mohos y las formación de micotoxinas en los alimentos. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 25: 333-344.
- D'AMATO, G., G. CHATZIGEORGIOU, R. CORSICO, D. GIOULEKAS, L. JÄGER, S. JÄGER, K. KONTOU-FILI, S. KOURIDAKIS & *al.* (1997). Evaluation of the prevalence of skin prick test positivity to *Alternaria* and *Cladosporium* in patients with suspected respiratory allergy. *Allergy* 52: 711-716.
- EUROPEAN COMMISSION (2002). Commission Regulation (EC) N° 472/2002 of 13 March 2002 amending Regulation (EC) N° 466/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official J. European Commun.*, L75: 18-20. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0472&from=EN> [consultada el 14 de julio de 2015].
- FRÖHLICH-NOWOISKY, J., D.A. PICKERSGILL, V.R. DESPRES & U. POSCHL (2009). High diversity of fungi in air particulate matter. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 106: 12814-12819.
- GARCÍA-GUINEA, J., V. CÁRDENES, A.T. MARTÍNEZ & M.J. MARTÍNEZ (2001). Fungal bioturbation paths in a compact disk. *Naturwissenschaften* 88: 351-354.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (1976). *Hongos de la madera (Basidiomicetos)*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- HEIM, R., FLIEDER, F. & J. NICOT (1969). Lucha contra los mohos que proliferan sobre los bienes culturales en los climas tropicales: 45-56. In: VV. AA. *La conservación de los bienes culturales*. Museos y monumentos XI. UNESCO. Roma. [doc.unesco.org/images/0013/001355/135545so.pdf](http://doc.unesco.org/images/0013/001355/135545so.pdf) [consultada el 19 de julio de 2015].
- HERNÁNDEZ, D., E. LÓPEZ & L.M. LIZARAZO (2012). Caracterización fúngica en el archivo histórico de la Universidad Pedagógica y Tec-



- nológica de Colombia. *Ciencia en Desarrollo* 4(1): 115-128.
- ILLANA-ESTEBAN, C. (2008). El cornezuelo del centeno (I): biología, historia y ergotismo. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 32: 293-306.
- KILBOURNE, M. (1989). *Poisons of the Past. Molds, Epidemic and History*. Yale University Press. New Haven.
- KIRK, P.M., P.F. CANNON, D.W. MINTER & J.A. STALPERS (2008). *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi* (10th ed.). CAB International. Wallingford.
- LIZASO, M.T., B.E. GARCÍA, B. GÓMEZ, A. ZABALEGUI, M.J. RODRÍGUEZ & A.I. TABAR (2003). Tratamiento de la alergia a hongos. *An. Sist. Sanit. Navarro* 26 (Supl. 2): 129-137.
- MARTÍNEZ-LARRAÑAGA, M.R. & A. ANADÓN (2006). Micotoxinas: 289-307. In: CAMEÁN, A.M. & M. REPETTO (eds.) *Toxicología alimentaria*. Díaz de Santos. Madrid.
- OTT, J. (2000). *Pharmacotheon. Drogas enteogénicas, sus fuentes vegetales y su historia*. La Liebre de Marzo. Barcelona.
- PARISH, M. (2006). Conservación de alimentos. ¿Cómo impiden la sal y el azúcar la descomposición microbiana? *Investigación y Ciencia* 357: 4.
- PERAICA, M., B. RADIC, A. LUCIC & M. PAULOVIC (2000). Efectos tóxicos de las micotoxinas en el ser humano. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud. Recopilación de artículos* 2: 80-92.
- PONTÓN, J., M.D. MORAGUES, J. GENÉ, J. GUARRO & G. QUINDÓS (2002). *Hongos y actinomicetos alergénicos*. Revista Iberoamericana de Micología. Asociación Española de Micología. Bilbao.
- PRESCOTT, L.M., J.P. HARLEY & D.A. KLEIN (1999). *Microbiología. Capítulo 25: Hongos (Eumycota), mohos mucosos y mohos acuáticos*. McGraw-Hill / Interamericana. Madrid.
- ROMERO, E. (2010). *Degradación de discos compactos por un anamorfo de "Bjerkandera adusta": caracterización bioquímica y molecular de una aril-alcohol oxidasa con nuevas propiedades catalíticas*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. <http://eprints.ucm.es/11986/1/T32572.pdf> [consultada el 17 de julio de 2015].
- SÁNCHEZ, M. (2008). *Curiosidades de la Microbiología. Biocombustibles: the next generation*. <http://curiosidadesdelamicrobiologia.blogspot.com.es/2008/05/biocombustibles-de-segunda-generacin.html> [consultada el 19 de julio de 2015].
- SCHIFF, P.L. (2006). Ergot and its alkaloids. *Amer. J. Pharm. Educ.* 70(5): 98. [http://webspace.pugetsound.edu/facultypages/bdasher/Chem361/Review\\_Articles\\_files/History%20of%20Ergot.pdf](http://webspace.pugetsound.edu/facultypages/bdasher/Chem361/Review_Articles_files/History%20of%20Ergot.pdf) [consultada el 20 de julio de 2015].
- SORIANO, J.M. (2007). *Micotoxinas en alimentos*. Díaz de Santos. Madrid.
- VELASCO, J.M. (2005). La Etnomicología, relaciones entre humanos y hongos. Parte I: Utilidades y beneficios. *Bol. Micol. Lazarillo* 2: 46-78.
- VELASCO, J.M. (2010). Hongos perjudiciales para la humanidad (I). hongos parásitos de humanos y animales. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 157-169.
- VELASCO, J.M. (2013a). Hongos perjudiciales para la humanidad (II): hongos parásitos de plantas. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 103-126.
- VELASCO, J.M. (2013b). Hongos productores de setas comestibles y venenosas de España y del resto del mundo (una revisión actualizada). *Bol. Micol. Lazarillo. Cuaderno Especial* 1: 1-266.
- VERO, S. & P. MONDINO (1999). Control biológico postcosecha en Uruguay. *Horticultura Internacional* 26: 29-36. <http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/MIE/CBiologico1.htm> [consultada el 19 de julio de 2015].



# La actual regulación de la cesión directa de setas a establecimientos locales de venta al por menor al consumidor final, problemática de su puesta en marcha y propuestas para corregir los aspectos inconcretos y ambiguos de la misma

PARRA L.A.<sup>1</sup>, J.I. GÓMEZ-RISUEÑO<sup>2</sup>, E. DE LUCAS<sup>3</sup> & C. LERA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Veterinario de la Consejería de Sanidad y presidente de la Asociación Micológica Arandina, Burgos. E-mail: Agaricus@telefonica.net

<sup>2</sup> Veterinario de la Consejería de Sanidad y secretario de la Asociación Micológica de Ciudad Rodrigo, Salamanca. E-mail: joseignaciogr@hotmail.com

<sup>3</sup> Veterinario de la Consejería de Sanidad y miembro de la Sociedad Micológica Segoviana, Segovia. E-mail: tanisdelucas@gmail.com

<sup>4</sup> Veterinario de la Consejería de Medio Ambiente y presidente de la Asociación Micológica Palentina, Palencia. E-mail: lera@colvet.es

## INTRODUCCIÓN

La publicación de la Orden SAN/1175/2014 (CONSEJERÍA DE SANIDAD, 2014) por la que se autoriza y regula la comercialización de determinados productos alimenticios, entre ellos las setas, directamente por el productor a establecimientos de venta al por menor que suministran directamente al consumidor final, incluyendo la restauración colectiva, los restaurantes y otros servicios similares, ha causado una gran preocupación a las asociaciones micológicas de Castilla y León que forman parte de la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL) como se pone de manifiesto en las diferentes interpretaciones que se han defendido en el foro de esta federación. Por ello, desde FAMCAL, se nos pidió a un grupo de veterinarios, que además somos miembros de asociaciones micológicas de dicha federación, que analizáramos esta normativa y plasmáramos en un documento nuestras conclusiones, las cuales se exponen en el presente artículo.

Ya sea para autoconsumo o para ser comercializadas, en estos últimos años estamos asistiendo a un auge sin precedentes en la recolección de setas silvestres. Y aunque se ha adquirido mayor cultura micológica, los problemas sanitarios (intolerancias, alergias e intoxicaciones) provocados por la ingesta de algunas setas se diagnostican con mayor frecuencia, produciéndose en algunos casos la muerte de quienes las consumieron. La

sobrevaloración gastronómica y económica, así como el incremento de especies comercializables, puede derivar en una recolección y comercialización desordenadas, con un incremento de los riesgos fuera de control en la práctica de la cesión directa.

Como es obvio, las normas que regulan las condiciones sanitarias para la comercialización de setas no son de aplicación a las que se recojen para autoconsumo (uso doméstico privado). En cuanto a las que se comercializan para uso alimentario, su regulación se llevó a cabo por el Real Decreto 30/2009 (MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, 2009), quedando pendiente la autorización del suministro directo de setas a establecimientos locales de comercio al por menor que abastecen al consumidor final (a partir de aquí referido como "cesión directa"), por no haberse desarrollado por las CC. AA. algunas disposiciones en materia de higiene alimentaria. No obstante, este Real Decreto ya indica en su preámbulo, en relación a la cesión directa, que "estos suministros deben ser objeto de especial atención debido a la potencial peligrosidad de las setas".

El pasado año Galicia aprobó el Decreto 125/2014 (CONSELLERÍA DEL MEDIO RURAL Y DEL MAR, 2014), regulando la venta directa de productos primarios, y Castilla y León ha publicado la Orden SAN/1175/2014 (CONSEJERÍA DE SANIDAD, 2014) por la que se autoriza y regula la comercialización de determinados productos





alimenticios, entre ellos las setas, directamente por el productor a establecimientos de venta al por menor que suministran directamente al consumidor final, incluyendo la restauración colectiva, los restaurantes y otros servicios similares.

Aunque la recolección de setas para autoconsumo lleva realizándose desde hace siglos, generalmente solo han sido recogidas con esta finalidad aquellas especies conocidas y de fácil identificación por parte de las gentes de una determinada región o localidad, y en cualquier caso es el recolector el que asume la responsabilidad y el riesgo de consumir las especies que él cree inocuas. En cuanto a las que han sido objeto de comercialización y/o industrialización, principalmente en regiones de tradición micófila y/o micófaga como Cataluña, el País Vasco y Navarra, si bien hace aproximadamente un siglo ya se recolectaban y comerciaba con ellas, es a partir de los años 70-80 del pasado siglo cuando ha experimentado un incesante incremento, pero no solo en estas regiones, sino en toda España, pudiéndose afirmar que en el momento actual la presión recolectora es tal que puede llegar a comprometer la supervivencia de algunas especies. Hoy en día se recolectan más especies, y en mayor cantidad, por lo que la cesión directa a establecimientos minoristas sí conlleva una responsabilidad del recolector ante terceros, al entrar las setas por esta vía en la cadena alimentaria, debiendo en este caso garantizarse, en todo momento, la seguridad del producto alimenticio para la que son imprescindibles, no solo la identificación de las especies, sino también, el origen y la trazabilidad del producto. De ahí, la gran importancia que también tiene una buena formación micológica del recolector, para impedir la entrada de setas no salubres en los canales de comercialización.

Además, las diferentes administraciones (nacional, autonómicas, locales), en las numerosas normativas que sobre recolección y comercialización de setas han aprobado, no pocas veces parecen alentar a que, llegada la época, nos echemos al campo en pos de la recolección de hongos, como si no acabando en el plato, no cumplieran su cometido en la naturaleza: "...dada su magnitud económica, puede paliar las nuevas necesidades socio-laborales surgidas en los núcleos rurales..."

puede leerse en el Decreto 130/1999 (CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO, 1999), por el que se ordenan y regulan los aprovechamientos micológicos en los montes ubicados en Castilla y León.

Aún siendo cierto que la venta directa de productos primarios de gran calidad, como las setas, podría ayudar a la maltrecha economía rural, su contribución a fijar población en el medio rural o resolver los problemas que aquejan al mundo rural es irrelevante, mientras que la presión recolectora puede comprometer la preservación de algunas especies y entrañar riesgo para los consumidores porque ni los recolectores, ni los establecimientos de venta al por menor que se provean de setas por cesión directa están obligados a acreditar que poseen formación micológica.

Por ello, los autores del presente trabajo, veterinarios de los Servicios Oficiales de Salud Pública y de la Consejería de Medio Ambiente y, a la vez, miembros de asociaciones micológicas de Castilla y León pertenecientes a la Federación de Asociaciones de Castilla y León, procedemos a analizar la actual regulación de la cesión directa de setas por parte de la Junta de Castilla y León, así como a realizar propuestas para mejorar aquellos puntos que por su falta de concreción o ambigüedad son fuente de conflicto.

## **ANÁLISIS DE LA NORMATIVA**

### **Breve historia del origen de la cesión directa**

No vamos a extendernos en este punto, ya que dicha historia está perfectamente resumida en la introducción y exposición de motivos de la citada Orden SAN/1175/2014 (CONSEJERÍA DE SANIDAD, 2014) por la que se autoriza y regula la cesión directa. Únicamente, citaremos de forma cronológica y sumaria las distintas normativas en las que se mencionaba la cesión directa hasta nuestros días.

La cesión directa ya aparece mencionada en el Reglamento (CE) 852/2004 (PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, 2004) relativo a la higiene de productos alimenticios, como una actividad excluida de dicho reglamento, para la cual "los Estados miembros establecerán con arreglo a su derecho nacional normas que regulen esas actividades".



Posteriormente, el Real Decreto 640/2006 (MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, 2006) por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios, de nuevo indica que la autoridad competente podrá autorizar la cesión directa, y para ello, en su artículo 2, define a la Autoridad Competente como “los órganos que determinen las Comunidades Autónomas para el desarrollo y ejecución de las normas básicas estatales e intercambios nacionales y comunitarios”. Es decir, deja en manos de las CC. AA. la regulación de la cesión directa.

En el caso específico de las setas, la cesión directa vuelve a ser mencionada y tratada con una mayor amplitud en Real Decreto 30/2009 (MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, 2009), por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario. En su artículo 6, “suministros directos de setas por parte del productor o recolector”, se regula tanto el suministro al consumidor final en su apartado “a”, como a los establecimientos de venta al por menor en su apartado “b”. No obstante, ambas modalidades quedan supeditadas a que las CC. AA. autoricen este tipo de suministro mediante la elaboración de listas de especies autorizadas que solo pueden incluir especies de los anexos A y B cuando son destinadas al consumidor final y también del anexo C si se destinan a los establecimientos de venta al por menor.

Por todo ello, no fue hasta la publicación de la Orden SAN/1175/2014 (CONSEJERÍA DE SANIDAD, 2015) por la que se autoriza y regula la comercialización de determinados productos alimenticios directamente por el productor a establecimientos de venta al por menor, que la cesión directa ha podido ser llevada a cabo legalmente, entrando en vigor el 17 de enero de 2015, aunque como veremos más adelante, el hecho de que aún no se haya establecido un registro para los proveedores de setas a los establecimientos minoristas, hace que realmente dicha cesión directa no se pueda llevar a cabo por este problema administrativo. Antes de esta fecha, los consumidores, legalmente, solo podían proveerse de establecimientos en los que los sistemas de autocontrol

implantados eran suficiente garantía de seguridad alimentaria. La cesión directa por el recolector al consumidor final o establecimientos minoristas puede comprometer la seguridad alimentaria si no se regula con requisitos estrictos. La identificación de las especies de hongos silvestres comestibles, a diferencia de otros productos primarios, exige un cierto grado de especialización ya que existen especies tóxicas, a veces mortales, que son muy parecidas a las especies comestibles autorizadas. Además, los hongos pueden acumular contaminantes ambientales y su recolección requiere no solo conocimientos para identificar las setas, sino también conocimientos higiénicos y medioambientales, lo que supone una responsabilidad por parte del recolector que no debería en ningún caso quedar comprometida por el interés del lucro de su venta. De ahí que volvamos a insistir en la importancia de una correcta formación micológica de los recolectores.

#### **La regulación de la cesión directa en Castilla y León**

Como ya se ha señalado anteriormente, la regulación de la cesión directa se llevó a cabo por medio de la Orden SAN/1175/2014 (CONSEJERÍA DE SANIDAD, 2014) que tan solo ocupó tres páginas del Boletín Oficial de Castilla y León, con más de página y media destinadas a su preámbulo, y el resto a acoger sus tres artículos y sus dos escuetas disposiciones finales.

En su artículo primero, ya deja claro que la cesión directa a establecimientos de venta al por menor que suministran directamente al consumidor final, incluye la restauración colectiva, los restaurantes y otros servicios alimentarios similares. No obstante, en el Reglamento (CE) 178/2002 (PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, 2002) por el que se establecen los principios y requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan los procedimientos relativos a la seguridad alimentaria, también se incluían “las terminales de distribución, la restauración colectiva, los comedores de empresa, los servicios de restauración de las instituciones, los restaurantes y servicios similares, las tiendas, los centros de distribución



de los supermercados y los puntos de venta al por mayor” entre los establecimientos de “comercio al por menor”. Dentro de la restauración colectiva se encuentran, por ejemplo, las residencias de ancianos y los comedores de guarderías y colegios, y dentro de los servicios similares a los restaurantes tendríamos, por ejemplo, los bares.

En su artículo segundo, indica que a efectos de esta orden serán de aplicación las definiciones contempladas en una reglamentación que es la que anteriormente hemos mencionado.

En su artículo tercero, se indican qué productos pueden ser objeto de cesión directa y en qué condiciones, por lo que dicho artículo merece una atención especial. Si bien su apartado primero es muy claro, y no ofrece dudas de interpretación, en cuanto a que las setas que aparecen en los anexos A, B y C del Real Decreto 30/2009 (MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, 2009), ya mencionado, de comercialización de setas pueden ser objeto de cesión directa, su apartado segundo no es tan preciso, como veremos a continuación, por lo que su aplicación está sujeta a diferentes interpretaciones lo que, sin duda, es y será una fuente de conflictos.

En efecto, aunque su primer epígrafe deja claro que se consideran pequeñas cantidades 20 kg de setas (debería haberse escrito “cantidades de hasta 20 kg de setas”) semanales de cada proveedor, por lo que en la temporada micológica, y con cientos de recolectores en los montes y campos, cualquier establecimiento de venta al por menor podrá proveerse de todos los kilos que necesite sin problema, también indica que para ser proveedor de setas por cesión directa no basta con ser recolector.

Así, en su segundo epígrafe se especifica: “los proveedores de setas deberán estar inscritos en el registro de la producción primaria que las autoridades competentes hayan establecido”. Aparte del hecho de que cuando entró en vigor esta Orden no existía ningún registro establecido, aquí ya tenemos varios puntos importantes que han sido motivo de largas discusiones, sin que a día de hoy se tenga una única interpretación satisfactoria de dichos puntos, siendo los dos principales:

A.- ¿En qué registro de la producción primaria deben inscribirse los proveedores de setas?

B.- ¿Qué autoridad competente debe vigilar que los proveedores de setas estén inscritos en dicho registro?

Respecto al primer punto, no hay duda que la recolección de setas es producción primaria, como así lo consideran el Reglamento 178/2002 ya citado, y, más específicamente en el caso de las setas, el Real Decreto 30/2009 también mencionado, que define la producción primaria como “la recolección de setas silvestres y la producción y cosecha de setas cultivadas, incluyendo todos los procesos que no alteren su naturaleza de manera sustancial, como son la eliminación de restos del micelio, la limpieza grosera y la colocación en cajas, hasta la primera cesión. Se incluyen las operaciones conexas enumeradas en el anexo I del Reglamento (CE) nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004 relativo a la higiene de los productos alimenticios”, siendo dichas operaciones conexas en el caso que nos ocupa, el transporte, almacenamiento y manipulación de dichos productos. Y, según este Real Decreto, son “productos primarios” las setas silvestres y cultivadas procedentes de la producción primaria. Con carácter general, los productos primarios son de acuerdo con el artículo 2, apartado 1 b, del Reglamento (CE) 852/2004 ya citado, relativo a la higiene de productos alimenticios: “los productos de producción primaria, incluidos los de la tierra, la ganadería, la caza y la pesca”.

Lo que no está nada claro es en qué registro de la producción primaria deben registrarse los proveedores de Castilla y León. En Galicia, donde también se ha regulado la cesión directa, como se ha señalado al principio, queda claro que quienes recolectan setas para su venta directa están obligados a inscribirse en el Registro de Explotaciones Agrarias de Galicia (REAGA); así está explícitamente indicado en su artículo 5 sobre Registro de las explotaciones: “Para poder realizar la venta directa regulada en este decreto, los productos primarios objeto de venta deberán proceder de explotaciones inscritas en el Registro de Explotaciones Agrarias de Galicia”. Claro que esta comunidad autónoma creó primero el registro de explotaciones agrarias en 2012 y después reguló la cesión directa en 2014. Entonces, ¿por qué no está claro en el caso de Castilla y León?



En Castilla y León, la Ley 1/2014 Agraria de Castilla y León (COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN, 2014) crea el Registro de Explotaciones Agrarias de Castilla y León (Libro 2º, Sección 2ª), pero las producciones primarias quedaron al margen. En el presente año, se aprobó el Decreto 19/2015 (CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 2015) por el que se regula el Registro de Explotaciones Agrarias en Castilla y León, cumpliendo lo dispuesto en el Real Decreto 9/2015 (MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, 2015) por el que se regulan las condiciones de aplicación de la normativa comunitaria en materia de higiene en la producción primaria agrícola, creando y regulando el Registro General de la Producción Agrícola (REGEPA), constituyéndose un registro único que se nutrirá de los diferentes registros de las CC. AA.

Así, en Castilla y León, la cesión directa entró en vigor antes (17 de enero de 2015) de que entrara en vigor el registro de actividades agrícolas (7 de marzo de 2015), por lo que no se podía mencionar explícitamente el registro en el que los proveedores de setas debían inscribirse, en caso de que, como en Galicia, se pensara en usar el Registro de Explotaciones Agrarias de Castilla y León.

Esto nos obliga a buscar, por un lado, qué se entiende por actividad agrícola en la normativa de Castilla y León; y, por otro, si la recolección de setas aparece en algunas de las secciones del registro creado en esta comunidad autónoma.

Antes de continuar con estos dos importantes puntos, nos gustaría remarcar aquí que preguntadas 100 personas de diferentes ámbitos laborales, edades y sexos sobre si consideraban que los recolectores de setas realizaban una actividad agraria, en ningún caso la idea mental de todas ellas fue que pudieran considerarse a los recolectores de setas como agricultores o que realizaran una actividad agraria, salvo en el caso de que exploten una parcela o una dehesa específicamente para cultivar setas silvestres como, por ejemplo, es el caso de las explotaciones truferas. El concepto más extendido y aceptado por todos es que para realizar una actividad agrícola debe existir un producto que se cultive (mientras las setas silvestres aparecen espontáneamente sin que nadie las siembre o plante) y debe haber unas labores de la tierra que favorezcan el desarrollo de los productos

cultivados (mientras que en la recolección de setas silvestres, en el mejor de los casos, los terrenos no son modificados). Por esta razón, se entiende que las explotaciones truferas se consideren explotaciones agrícolas ya que se micorrizan los árboles que se van a plantar y se realiza un laboreo y limpieza de los terrenos donde se instala la trufera para obtener mayores producciones.

En el caso de la normativa de cesión directa de Galicia podemos admitir que la recolección de setas es una actividad agrícola, ya que la propia norma reguladora establece una lista de los productos que pueden ser objeto de cesión directa y es muy clara y explícita en cuanto a las setas silvestres en el sexto párrafo del preámbulo: “La lista abarca los productos para los que el marco normativo vigente permite esta regulación y **son siempre procedentes de la explotación agraria** que se acoge al régimen de venta directa, **con la única excepción de las setas silvestres, que pueden ser recogidas fuera de ella**”. Es decir, aunque reconoce que la recolección de setas se puede realizar fuera de la explotación agrícola (y, por lo tanto, no formarían parte de ella), este producto se puede acoger al régimen de venta directa (que aquí llamamos cesión directa).

En el caso de Castilla y León no se puede aceptar que la recolección de setas sea una actividad agrícola, ya que el Decreto 19/2015 (CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, 2015) por el que se regula el Registro de Explotaciones Agrarias en Castilla y León indica que, a efectos de este Decreto, serán de aplicación las definiciones del artículo 5 de la Ley 1/2014 Agraria de Castilla y León (COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN, 2014), en la cual se definen:

a) Agrario: concepto que engloba lo agrícola y lo ganadero.

b) Actividad agraria: el conjunto de trabajos que se requieren para la obtención de productos agrícolas y ganaderos, incluida la venta directa por parte de agricultores y ganaderos de la producción propia sin transformación o su primera transformación, cuyo producto final esté incluido en la lista del Anexo 1 a que hace referencia el artículo 38 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, dentro de los elementos que integren la explotación, en mercados municipales o en lugares que no sean



establecimientos comerciales permanentes, considerándose también actividad agraria toda aquella que implique la gestión o dirección y gerencia de la explotación. También se considerará actividad agraria la producción y, en su caso, la comercialización por uno o más titulares de explotaciones agrarias de biogás, de electricidad o de calor a partir de digestión anaerobia, cuando esta producción se obtenga, al menos en un cincuenta por ciento, a partir de productos obtenidos en la explotación.

c) Agroalimentario: concepto que incluye lo relativo a la producción, transformación, envasado y comercialización de los productos procedentes de la actividad agraria para alimentación humana o animal y los productos alimentarios derivados de lo forestal.

d) Explotación agraria: conjunto de bienes y derechos organizados empresarialmente por su titular, en el ejercicio de la actividad agraria, primordialmente con fines de mercado y que constituye en sí misma una unidad técnico-económica.

Y del examen de lo establecido en los apartados b) y c) queda absolutamente claro que la recolección de setas (y, por ende, la de frutos y plantas medicinales silvestres) está fuera del concepto de actividad agraria, ya que en el apartado b) se indica que los productos considerados de la actividad agraria deben estar en la lista del Anexo 1 a que hace referencia el artículo 38 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, y las setas no se encuentran en dicha lista, y en el apartado c) separa lo que son productos alimentarios procedentes de lo forestal (donde estaría la recolección de las setas, frutos y plantas medicinales silvestres) de los procedentes de la actividad agraria.

Por lo tanto, al no ser una actividad agraria no se puede incluir esta actividad en el registro de actividades agrarias de Castilla y León y, a tenor de lo expuesto, la conclusión es que aún no está creado el registro a que se hace mención en la Orden SAN/1175/2014 (CONSEJERÍA DE SANIDAD, 2014) que regula la cesión directa, en la que se incluye a las setas. Tampoco la Junta de Castilla y León ha establecido en ninguna normativa o enmienda a otra normativa que, incluso sin tratarse de una actividad agrícola, los recolectores de setas puedan incluirse en el registro de actividades agrarias ya creado en Castilla y León.

De hecho, la inexistencia de una sección en la que se mencionen las setas (palabra ausente en la normativa sobre el registro de actividades agrarias de Castilla y León) refuerza la idea de que el registro que se menciona en este Real Decreto aún no está creado, lo que tiene como principal y crucial consecuencia que la cesión directa de setas no se puede realizar en Castilla y León porque los recolectores no pueden cumplir con el ineludible precepto de estar registrados como señala el punto 2b del artículo 3 de la Orden SAN/1175/2014 (CONSEJERÍA DE SANIDAD, 2014) que regula la cesión directa. Así, y como nos comunican diferentes aficionados a la micología, unos recolectores están tramitando su inscripción en el Registro de Explotaciones Agrarias de Castilla y León en las Secciones Agrarias Comarcales (pese a que, como hemos señalado, estos registros no recogen la recolección de setas silvestres entre las actividades a ser registradas), los registros de las Delegaciones Territoriales, e incluso en Cuarteles de la Guardia Civil, lo que no permite conocer con certeza la cantidad de recolectores registrados, que además lo están sin que la Autoridad Competente se haya pronunciado sobre cuál es el registro específico de la producción primaria establecido para los recolectores de hongos (tampoco sabemos cómo se resuelve la cuestión de la superficie agrícola inscrita al carecer de explotación al uso, de base territorial). En todo esto, se insistirá en las conclusiones finales.

En cuanto al segundo punto, es decir, quién se debe ocupar de vigilar del cumplimiento de la normativa en que regula la cesión directa, de nuevo hay una falta de concreción preocupante en la norma de Castilla y León, pues no se indica qué Autoridad Competente deberá velar para que se cumplan los requisitos de la misma. De nuevo, mientras la norma gallega en esta materia dedica un capítulo entero a la inspección y régimen sancionador, indicando explícitamente que "Las consellerías competentes en materia de sanidad animal y vegetal, calidad y seguridad alimentaria, salud pública y consumo realizarán, a través de las unidades administrativas correspondientes, las inspecciones pertinentes en el marco de sus respectivas competencias", la norma de Castilla y León indica en la primera de sus disposiciones



finales que “se faculta al Director General de Salud Pública para dictar las instrucciones necesarias para el cumplimiento de esta orden”. A día de hoy, hasta donde nosotros sabemos en el ejercicio de nuestras funciones, no se ha dictado ninguna instrucción del Director General de Salud Pública para el cumplimiento de esta orden.

Y así, llegamos al tercer epígrafe del artículo 3.2 de la orden que regula la cesión directa en Castilla y León, que es igualmente ambiguo y fuente de diversas interpretaciones, puesto que por un lado se indica que los establecimientos minoristas deben disponer de documentos y registros que permitan identificar a los proveedores, y como mínimo su número de identificación fiscal, así como todas las partidas; para a continuación, en la frase siguiente separada por un punto y seguido, indicar que en el caso concreto de las setas los establecimientos minoristas deben cumplir con las obligaciones que figuran en el párrafo C) del apartado 2 del artículo 5 del Real Decreto 30/2009, entre las que se encuentra la información de las partidas pero no el número de identificación fiscal. Así, la existencia de un punto y seguido entre ambas frases, y la inexistencia en la frase que se refiere en concreto a la cesión directa de setas, de un “deberán cumplir **además**” es un terreno abonado a la discusión sobre si los establecimientos minoristas deben o no tener el número de identificación fiscal de los recolectores de setas silvestres.

El cuarto epígrafe dispone que los establecimientos minoristas deben asegurarse de que los productos procedentes de la cesión directa deben cumplir con la normativa sobre la información alimentaria facilitada al consumidor, normativa que regula, entre otros aspectos, el etiquetado nutricional y la información sobre la presencia de determinados alérgenos en los alimentos.

Por último, el quinto epígrafe indica que los establecimientos minoristas no podrán, en ningún caso, suministrar dichos productos a otros establecimientos alimentarios. Esto es muy difícil, tanto de vigilar como de hacer cumplir, ya que el titular de un establecimiento minorista podría estar registrado como recolector y a título personal proveer a otro establecimiento con las setas que previamente ha comprado a otro recolector y cuyo origen sea la cesión directa.

Termina esta Orden SAN/1175/2014 (CONSEJERÍA DE SANIDAD, 2014), con dos disposiciones finales, la primera ya tratada aquí anteriormente y la segunda para indicar que la orden entre en vigor al día siguiente de su publicación.

### **La regulación de las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario**

Dado que en la Orden SAN/1175/2014 (CONSEJERÍA DE SANIDAD, 2014) que regula la cesión directa de setas indica que los establecimientos minoristas deben cumplir con las obligaciones que figuran en el párrafo C) del apartado 2 del artículo 5 del Real Decreto 30/2009 (MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, 2009), por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario, vamos a enumerar aquí, literalmente, cuales son dichas obligaciones para establecer un sistema de lotes por especie que es preceptivo según este Real Decreto:

a.- Cantidades y fechas de adquisición.

b.- Origen de las setas con identificación del suministrador o de los suministradores.

c.- Identificación del género y especie con indicación del nombre de la persona responsable de la identificación de las setas.

d.- En su caso, procedimiento de conservación empleado o tratamiento realizado a las especies incluidas en la parte C del anexo.

e.- Fecha de distribución, cantidades y destinos.

En resumen, en el caso de que un establecimiento minorista se provea por cesión directa de setas comestibles, ni al recolector de setas silvestres ni al establecimiento que las compra se le exige formación micológica alguna, puesto que ésta solo deben acreditarla quienes realizan actividad en las fases posteriores a la producción primaria (artículo 5, 2 b), como explícitamente indica el Real Decreto, y ésta, la producción primaria, acaba en la primera cesión.

Para terminar, y en cuanto a las comercialización de setas de la parte C del Real Decreto 30/2009 que incluye las especies de los géneros *Helvella* y *Morchella*, tanto este decreto como la Orden SAN/1175/2014 autorizan la cesión directa



de estas especies si son sometidas a un tratamiento adecuado antes de su entrega al consumidor final, pero en ninguna de las dos normas se especifica qué tratamiento debe realizarse, ni cómo se acredita que dicho tratamiento se ha realizado.

### **Conclusiones después de analizar la normativa relevante de la que depende la cesión directa de setas en Castilla y León**

A.- No se conoce aún el registro de la producción primaria en el que los recolectores de setas silvestres pueden registrarse para realizar la cesión directa de setas a establecimientos minoristas porque las autoridades competentes aún no han establecido dicho registro.

B.- No está claro si los establecimientos minoristas deben indicar en sus registros el número de identificación fiscal de los recolectores.

C.- No se determina qué autoridad vigilará y velará para que los proveedores de setas al comercio minorista estén inscritos en un registro, ni tampoco cuáles serán las sanciones que se aplicarán a los infractores ya que aún no se han dictado instrucciones para el cumplimiento de la Orden SAN/1175/2014 por parte del Director General de Salud Pública.

D.- No se indica que sea necesaria una formación micológica para ninguno de las partes que intervienen en la cesión directa. Tan solo se menciona que el responsable del comercio minorista debe indicar la persona que realiza la identificación de las setas.

E.- No se especifica el tratamiento que necesitan las setas incluidas en la parte C del Real Decreto 30/2009, ni cómo se acreditará que realizan dicho tratamiento.

### **Soluciones que proponemos para resolver los problemas reseñados**

A.- Establecimiento de un registro de producción primaria, en el que se mencionen explícitamente las setas, donde se tengan que inscribir todos los recolectores de setas que realizan la cesión directa.

B.- Corrección de la Orden SAN/1175/2014 para determinar, sin ambigüedad, si los establecimien-

tos minoristas deben indicar en sus registros el número de identificación fiscal de los recolectores de setas que realizan cesión directa.

C.- Publicación de instrucciones para el cumplimiento de la Orden SAN/1175/2014 por parte del Director General de la Salud Pública, donde se indique quién debe vigilar que los proveedores de setas al comercio minorista estén inscritos y cuales serán las sanciones en caso de realizar la cesión directa sin estar registrados.

D.- Obligación de que aquellas personas que figuran en los registros del comercio minorista como responsables de la identificación de las setas, obtenidas por cesión directa, realicen un curso de formación micológica en el que se certifique que dichas personas son capaces de identificar inequívocamente, al menos, aquellas especies que se suministran en su establecimiento al consumidor final.

E.- Establecimiento del tratamiento específico que necesitan las setas incluidas en la parte C del Real Decreto 30/2009, con inclusión de un compromiso escrito en su memoria de actividad de que se realiza dicho tratamiento.

F.- Fomento de cursos de formación micológica para recolectores que se registren como proveedores de setas al comercio minorista a través de la cesión directa.

### **Declaración final**

Como colofón a esta exposición diremos que han quedado fuera de este análisis los problemas económicos y medioambientales que la cesión directa originará, ya que esta forma de introducción de las setas silvestres en los establecimientos alimentarios impide un control fiscal eficaz al poderse consignar varias (o muchas) partidas de setas dentro de un mismo registro, y no existir un documento comercial entre el proveedor y el establecimiento minorista; y un inexistente control medioambiental, ya que no se puede conocer con certeza ni el origen ni las cantidades que se han recolectado en un bosque o una zona, ya que esos datos estarán atomizados en los registros que existen en cientos de establecimientos minoristas.

Por esta razón, desde FAMCAL, no se defiende este modelo de comercialización de las setas silves-



tres, sino uno basado en el establecimiento de lonjas y centros de clasificación y envasado de setas en todas las zonas donde existe una fuerte presión recolectora o aprovechamientos micológicos, con el fin de que estos establecimientos no actúen sólo como un filtro sanitario al poder controlar las autoridades sanitarias el estado en el que llegan las setas y comprobar si se realiza una correcta identificación de las mismas; sino también como filtro económico, ya que existiría un documento comercial entre los compradores de setas y los recolectores, pudiendo así establecerse un control fiscal de estas transacciones. Finalmente, también permitiría un control del impacto medioambiental de la recolección de setas en una determinada zona, ya que la recopilación de datos de estos establecimientos permitiría conocer de forma sencilla, y con mayor precisión, si la producción de setas en dicha zona está declinando de forma preocupante a lo largo de los años, con solo mirar los inventarios de estos establecimientos. Además, los establecimientos minoristas, al proveerse a partir de las lonjas y los centros de clasificación y envasado de setas, tendrían un documento comercial del producto que permitiría la trazabilidad del mismo, y por tanto haría innecesario llevar a cabo el registro con los 9 datos por cada partida que exige la actual norma de cesión directa, y que será de muy difícil aplicación en la mayoría de los establecimientos minoristas donde solo hay un trabajador.

## REFERENCIAS

- COMUNIDAD DE CASTILLA Y LEÓN (2014). Ley 1/2014, de 19 de marzo, Agraria de Castilla y León. *BOE* 81 (3 de abril de 2014): 28364-28742.
- CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (2015). Decreto 19/2015, de 5 de marzo, por el que se regula el Registro de Explotaciones Agrarias en Castilla y León. *BOCYL* 45 (6 de marzo de 2015): 17076-17085.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO (1999). Decreto 130/1999, de 17 de junio, por el que se ordenan y regulan los aprovechamientos micológicos, en los montes ubicados en Castilla y León. *BOCYL* 119 (23 de junio de 1999): 6696-6697.
- CONSEJERÍA DE SANIDAD (2014). Orden SAN/1175/2014, de 30 de diciembre, por la que se autoriza y regula la comercialización de determinados productos alimenticios directamente por el productor a establecimientos de venta al por menor. *BOCYL* 10 (16 de enero de 2015): 4460-4462.
- CONSELLERÍA DEL MEDIO RURAL Y DEL MAR (2014). Decreto 125/2014, de 4 de septiembre, por el que se regula en Galicia la venta directa de los productos primarios desde las explotaciones a la persona consumidora final. *DOG* 186 (30 de septiembre de 2014): 42664-42674.
- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA (2006). Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene, de la producción y comercialización de los productos alimenticios. *BOE* 126 (27 de mayo de 2006): 19999-20002.
- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA (2009). Real Decreto 30/2009, de 16 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario. *BOE* 20 (23 de enero de 2009): 7861-7871.
- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA (2015). Real Decreto 9/2015, de 16 de enero, por el que se regulan las condiciones de aplicación de la normativa comunitaria en materia de higiene en la producción primaria agrícola. *BOE* 24 (28 de enero de 2015): 6732-6738.
- PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO (2002). Reglamento (CE) 178/2002, de 28 de enero, por el que se establecen los principios y requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan los procedimientos relativos a la seguridad alimentaria. *DOUE* 31 (1 de febrero de 2002): 1-24.
- PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO (2004). Reglamento (CE) 852/2004, de 20 de abril, relativo a la higiene de productos alimenticios. *DOUE* 226 (25 de junio de 2004): 3-21.





# Micocyl.es: El programa de micología de Castilla y León

MARTÍNEZ-PEÑA, F.<sup>1</sup>, A. PICARDO<sup>2</sup>, C. REDONDO<sup>3</sup> & J. LATORRE<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Área de Micología Forestal y Truficultura. CESEFOR. Pol. Ind. Las Casas, C/ "C", parcela 4, 42005 Soria.  
E-mail: fernando.martinez@ceseфор.com

<sup>2</sup> Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León, C/ Rigoberto Cortejoso 14, 47014 Valladolid.  
E-mail: picnieal@jcyf.es

<sup>3</sup> Área de Micología Forestal y Truficultura. CESEFOR. Pol. Ind. Las Casas, C/ "C", parcela 4, 42005 Soria.  
E-mail: concha.redondo@ceseфор.com

<sup>4</sup> Área de Micología Forestal y Truficultura. CESEFOR. Pol. Ind. Las Casas, C/ "C", parcela 4, 42005 Soria.  
E-mail: joaquin.latorre@ceseфор.com

## INTRODUCCIÓN

La comunidad autónoma de Castilla y León atesora una gran diversidad de hongos silvestres, habiéndose catalogado más de 2.700 especies (MARTÍNEZ-PEÑA & *al.*, 2011). La región cuenta con 4,5 millones de hectáreas productoras (Fig. 1), de los que 1,5 son montes de gran aptitud para la producción de hongos silvestres comestibles de alto valor de mercado, entre los que se encuentran especies conocidas a nivel mundial como la trufa negra (*Tuber melanosporum*), los boletos (*Boletus* grupo *edulis*), los níscalos (*Lactarius* grupo *deliciosus*), los rebozuelos (*Chantarellus* grupo *cibarius*), los lansarones (*Calocybe gambosa*) o las colmenillas (*Morchella* spp.), entre otras muchas especies silvestres comestibles. Además, esta región posee una tradición forestal centenaria y un nivel de aprovechamiento y gestión del recurso micológico que, aunque todavía incipiente, es de los más desarrollados de nuestro país (MARTÍNEZ-PEÑA & *al.*, 2011).

En la región, se estima una producción bruta potencial anual de 31.500 toneladas de setas (Fig. 2) de las que tan sólo se aprovecharía lo recolectado, el 14% (4.396 t), lo cual da una idea de la potencialidad de este sector en los montes de Castilla y León.

No obstante, no toda esa producción potencial es recolectable por tres razones fundamentales:

a) Ecológica: hay una parte de esa producción que, aplicando el principio de prudencia, debería permanecer en los montes sin ser recolectada, para favorecer la regeneración de las especies (EGLI & *al.*, 2006).

b) Legal: la legislación española es clara en cuanto a la propiedad de las setas que fructifican



Fig. 1. Distribución del valor económico generado por el recurso micológico en Castilla y León.

en un determinado terreno. Dichas setas son propiedad del dueño de la finca o monte en la que fructifican, como así lo determina el Código Civil y la Ley de montes (GARCÍA-ASENSIO, 2004) y, por tanto, los recolectores deben tener en cuenta el respeto a los derechos de propiedad establecidos.

c) Accesibilidad: los territorios son más aprovechables cuanto mayor es la cercanía y facilidad de acceso desde los grandes núcleos de población. Igualmente, es importante la densidad de pistas forestales, la limpieza de matorrales en los montes y la escasa pendiente, ya que ello facilita una recolección cómoda y agradable que es lo que normalmente busca el micoturista.

Si bien la recolección de las setas en Castilla y León es una costumbre muy antigua, su comercialización es más reciente. A partir de los años cincuenta del siglo pasado, empresarios vascos, navarros y catalanes instalan las primeras conserveras en Cas-

tilla y León para la comercialización de setas de alto valor de mercado hacia otros países europeos. Desde ese momento se dinamiza la actividad de recolectar setas para la venta entre la población rural que, poco a poco, las va integrando en su gastronomía y autoconsumo. Actualmente, la región cuenta con 30 empresas agroalimentarias de transformación de productos micológicos. Se estima que estas empresas transforman 860 toneladas al año (Fig. 2).

A partir de los años ochenta del siglo pasado, aumenta el reconocimiento entre la sociedad española del valor gastronómico y recreativo de la recolección

de setas silvestres, naciendo paulatinamente toda una cultura micológica que ha ido arraigando entre la población. Así, se fue generalizando la afición por recolectar setas con fines recreativos y el sector privado vinculado al turismo rural, supo aprovechar esta oportunidad (LATORRE, 2015).

Según las estimaciones de la Junta de Castilla y León (Fig. 2), esta región recibe en un año medio cerca de 260.000 recolectores recreativos foráneos, de los que mayoritariamente (84%) son excursionistas procedentes de grandes núcleos de población cercanos, que realizan consumos en bares y

<b>VALOR ECONÓMICO DEL RECURSO MICOLÓGICO EN CASTILLA Y LEÓN. Fuente: Micodata C.I.F. Valonsadero-JCyL/Cesefor</b>				
<b>Producción bruta media de setas silvestres comestibles en el monte de CyL</b>	<b>nº hectáreas productoras</b>	<b>Precio medio €/kg</b>	<b>Cantidad (kg)</b>	<b>Valor (€)</b>
<i>Producción bruta media de setas silvestres comestibles (MicodataSIG)</i>	4.502.892	2,6	31.466.000	80.238.300
<i>Producción bruta media de trufa negra en masas naturales (1kg/10ha)</i>	38.608	400,0	3.861	1.544.400
<i>Producción bruta media de trufa negra en plantaciones (50% producen 15 kg/ha)</i>	1.100	400,0	8.250	3.300.000
	4.542.600	2,7	31.478.111	85.082.700
<b>PRODUCCIÓN PRIMARIA DEL RECURSO MICOLÓGICO</b>				
<b>Los derechos de recolección de setas silvestres comestibles</b>	<b>nº hectáreas reguladas</b>	<b>Precio medio €/ha</b>	<b>nº Montes</b>	<b>Valor (€)</b>
<i>Permisos de recolección Myas RC</i>	335.480	0,5	626	167.740
<i>Aprovechamientos truferos en MUP 2007-2012</i>	4.597	9,3	15	42.551
<i>Estimación de aprovechamientos truferos en montes privados (acuerdos privados)</i>	13.564	9,3	110	125.556
	353.641	0,9	751	335.847
<b>La producción de setas silvestres comestibles recolectadas</b>	<b>kg/recolector</b>	<b>Precio medio €/kg</b>	<b>cantidad (kg)</b>	<b>Valor (€)</b>
<i>Setas recolectadas por locales para compraventa</i>	35	3,6	2.315.707	8.336.544
<i>Setas recolectadas por locales para autoconsumo</i>	9	3,6	1.105.868	3.981.125
<i>Setas recolectadas por foráneos para compraventa</i>	25	3,6	199.827	719.377
<i>Setas recolectadas por foráneos para autoconsumo</i>	3	3,6	775.328	2.791.181
<i>Trufas recolectadas para compraventa</i>	51	400,0	10.181	4.072.200
	10	4,5	4.396.730	19.900.427
<b>Viveros planta micorrizada</b>	<b>nº viveros</b>	<b>Precio medio/planta</b>	<b>nº plantas/vivero</b>	<b>Valor (€)</b>
<i>Producción planta para truficultura</i>	2	6,0	8.000	96.000



<b>SECTOR SECUNDARIO DEL RECURSO MICOLÓGICO</b>				
<b>Las setas preparadas para la venta</b>	<b>nº empresas</b>	<b>Precio medio €/kg</b>	<b>cantidad (kg)</b>	<b>Valor (€)</b>
<i>Setas origen Castilla y León preparadas para venta por empresas locales</i>	30	10,0	645.123	6.451.235
<i>Setas preparadas para venta bajo la marca "setas Castilla y León"</i>	17	15,0	215.041	3.225.617
<i>Setas origen Castilla y León preparadas para venta por empresas foráneas</i>	107	10,0	470.248	4.702.475
<i>Setas importación preparadas para venta por empresas locales</i>	30	10,0	339.014	3.390.144
<i>Trufas CyL preparadas para venta por empresas locales</i>	30	1255,0	6.821	8.560.273
	<b>137</b>	<b>15,8</b>	<b>1.669.427</b>	<b>26.329.745</b>
<b>SECTOR TERCIARIO DEL RECURSO MICOLÓGICO</b>				
<b>Consumos en hostelería derivados de la recolección en áreas productoras</b>	<b>nº visitas de recolección</b>	<b>gasto medio (€/visita)</b>	<b>nº recolectores</b>	<b>Valor (€)</b>
<i>recolección local comercial</i>	463.141	0,0	66.163	0
<i>recolección local recreativa</i>	368.623	1,5	122.874	552.934
<i>recolección foránea comercial</i>	39.965	5,0	7.993	199.827
<i>recolección foránea recreativa (micoturismo)</i>	775.328	20,0	258.443	15.506.562
	<b>1.647.058</b>	<b>9,9</b>	<b>455.473</b>	<b>16.259.323</b>
<b>Micogastronomía</b>	<b>nº restaurantes</b>	<b>Precio medio/plato</b>	<b>nº platos micológicos</b>	<b>Valor (€)</b>
<i>Restaurantes de CyL cocinando setas silvestres de CyL</i>	1.821	10,0	910.500	9.105.000
<b>ESTIMACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL GENERADO EN CyL (AÑO MEDIO)</b>				<b>65.254.035</b>

Fig. 2. Estimación del valor económico generado por el recurso micológico en Castilla y León según [www.micocyl.es](http://www.micocyl.es).

restaurantes, pero que retornan a sus casas para dormir (Fig. 8). Este micoturismo de recolección genera unos valores añadidos medios en la región de 15,5 millones de euros al año (Fig. 2).

Igualmente, la cultura micológica ha entrado directamente en los fogones de muchos restaurantes de la región ofertando platos con setas silvestres locales muy valorados por los visitantes. Actualmente, se estima que el 50% de los restaurantes de la región sirven setas silvestres en sus cartas, generado un valor añadido superior a los 9 millones de euros al año por este concepto (Fig. 2).

El micoturismo contribuye a desestacionalizar la campaña turística, más aún si tenemos en cuenta que en Castilla y León pueden recolectarse o

degustar setas silvestres prácticamente a lo largo de todo el año. Comenzando por la trufa negra de invierno (*Tuber melanosporum*), siguiendo por el marzuelo (*Hygrophorus marzuolus*) y diversas setas de primavera, y, tras un breve parón durante la época estival, retomar de nuevo el otoño como principal época de producción de setas.

Por tanto, se estima que el sector micológico de Castilla y León puede llegar a generar en años buenos hasta 65 millones de euros, de los que el 20% son rentas directas a los recolectores por la compraventa de setas, el 40% valores añadidos por la industria agroalimentaria, el 39% valores añadidos por el micoturismo y el 1% los derechos de propiedad procedentes principalmente del pago de permisos de recolección (Fig. 1).



Fig.3. Encuentro promocional con periodistas internacionales en el Parque Micológico de Pinar Grande (Soria).Foto: F. Martínez-Peña.

### MICOCYL: EJES DE ACTUACIÓN

Micocyl da continuidad al programa regional de micología que desde 1994 ha incluido 17 proyectos de I+D+i con un presupuesto de 8,5 millones de euros, financiados por la Unión Europea (38%), la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León (33%), las Diputaciones provinciales (19%) y el Gobierno de España a través del Plan nacional de investigación (9%). Gracias a estas inversiones, valoradas en menos del 1% del valor medio generado por el sector micológico regional, en un sólo año, Castilla y León consiguió cofinanciar con recursos externos el 47% de las acciones implementadas, siendo en la actualidad una de las regiones del mundo donde los recursos micológicos están alcanzado mayor grado de desarrollo, sirviendo además de modelo a otros países europeos y norteamericanos ([www.mycomauricie.com](http://www.mycomauricie.com) y [www.micosylva.com](http://www.micosylva.com)).

Durante las cerca de dos décadas de andadura, se ha venido trabajando en 5 ejes fundamentales:

a.- La investigación para el conocimiento del recurso micológico y su gestión sostenible.

b.- La planificación y regulación de la recolección y la comercialización de los hongos silvestres comestibles.

c.- La formación y profesionalización del sector del aprovechamiento micológico.

d.- El desarrollo del micoturismo en el medio rural.

e.- El desarrollo de la truficultura.

No obstante, Micocyl contempla mejoras en aspectos como la gobernanza, el micoturismo, la cooperación internacional, la gestión sostenible, la industria agroalimentaria, la formación y la innovación.

Respecto a la gobernanza, el programa pretende extender un sistema participado y solidario que contribuya a la vertebración del sector regional, contando para ello con todos los agentes implicados, y guiados por principios de transparencia. Todas estas actuaciones serán sometidas a evaluación externa.

El micoturismo y su internacionalización será uno de los ejes fundamentales de Micocyl. Se continuará con algunas de las acciones iniciadas ya hace años (como el fomento y el apoyo a la red de restaurantes micológicos de Castilla y León), pero también otras nuevas actuaciones, como la red de mercados micoturísticos Mercasetas ([www.mercasetas.es](http://www.mercasetas.es)) (Fig. 5); así como la creación de sinergias con otros productos turísticos innovado-

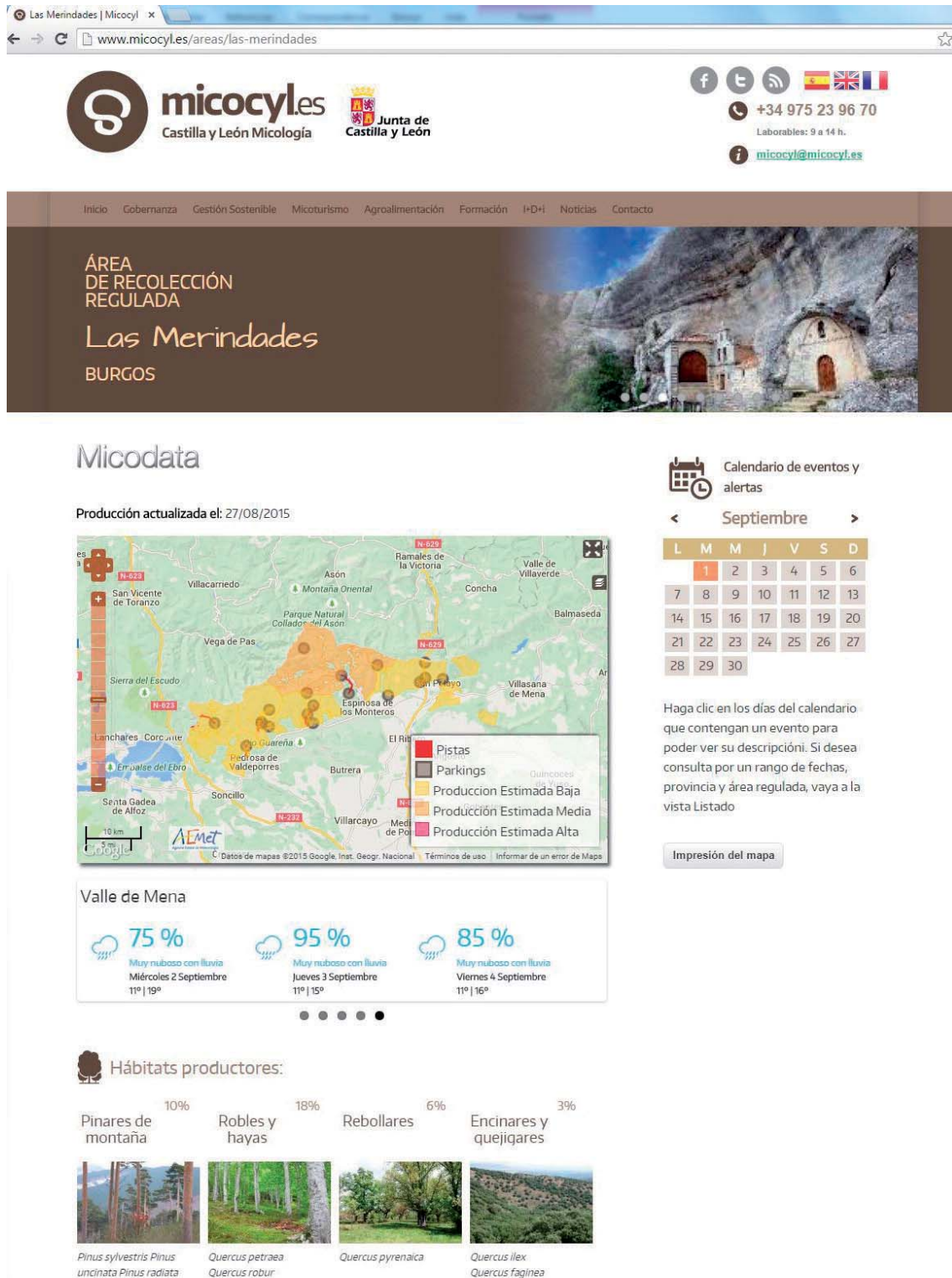


Fig. 4. Área de recolección regulada de “Las Merindades” (Burgos) en el Portal www.micocyl.es. Foto: F. Martínez-Peña



Fig. 5. Mercado mico-turístico ([www.mercasetas.es](http://www.mercasetas.es)). Foto: Fernando Martínez-Peña.



Fig. 6. Encuentro internacional de investigadores sobre el cambio climático y los hongos (proyecto CLIMFUN). Foto: I. Greilhuber.

res, y la promoción e internacionalización de todos estos recursos.

En cuanto a la gestión sostenible del recurso micológico, Micocyl continuará implementando y mejorando el sistema de regulación de la recolección, introduciendo también mejoras tanto en el sistema operativo de control y vigilancia (Fig.

7), como en el sistema de expedición de permisos (Figs. 4, 9 y 10), y en el servicio de entidades propietarias de los montes y de recolectores. Igualmente importante será la integración de los criterios micosilvícolas en la gestión forestal (MARTÍNEZ-PENÑA & *al.*, 2011) y de la adaptación de la gestión del recurso micológico al cambio climático (BÜNT-



Fig. 7. Controles a recolectores y toma de datos por parte de los agentes medioambientales de la Junta de Castilla y León. Foto: C. Redondo.

El programa no olvida tampoco la importancia de la industria agroalimentaria para conseguir que el valor añadido de las acciones de transformación y comercialización de productos micológicos revierta en nuestros territorios. Se da continuidad a las labores de promoción de la marca 'Setas de Castilla y León', y se apoyará la puesta en marcha de cooperativas de valorización de productos, setas y gastronomía del territorio. En este punto, cabe señalar la especial atención que el programa prestará a acciones dirigidas al fomento y promoción de la truficultura.

Finalmente, la formación (tanto para recolectores, como para industria comercializadora y de micoturismo) y la I+D+i son otros dos de los pilares sobre los que se asienta el programa Micocyl. Para ello, la colaboración con las Universidades y centros de investigación y, especialmente, con la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL) será determinante.

## HACIA UN SISTEMA SOLIDARIO Y EFECTIVO DE REGULACIÓN

Micocyl ([www.micocyl.es](http://www.micocyl.es)) gestiona en la actualidad con más de 400.000 hectáreas de montes públicos accesibles, pertenecientes a 323 municipios.

GEN & al., 2015). Para ello, la red de Parques Micocylva, servirá como laboratorio experimental a este respecto (Fig. 3).



Fig.8. El micoturismo: una oportunidad para nuestras zonas rurales forestales. Foto: J. Latorre.



Fig. 9. Señalización en monte regulado por [www.micocyl.es](http://www.micocyl.es). Foto: J. M. Altelarra.

pios, donde la recolección de setas se encuentra regulada mediante la expedición de permisos. Este sistema puesto en marcha en 2001 desde el proyecto Myas (LÓPEZ-ESTEBARANZ & *al.*, 2005) garantiza el control del aprovechamiento y el respeto de los derechos de propiedad de las setas, a la par que permite la recolección de setas controlada a locales y foráneos y, por tanto, respetando también el desarrollo del micoturismo en el ámbito rural. El sistema, participado y solidario, se sostiene en la actualidad sin subvención pública gracias a los ingresos medios anuales de 0,5 euros por hectárea, generados por la venta de permisos de recolección (Fig. 2). El uso sostenible del recurso es controlado por los agentes medioambientales de la Junta de Castilla y León en coordinación con la Guardia Civil.

Más de 65.000 personas obtuvieron permisos de recolección en las zonas reguladas en la temporada 2013-2014, y cerca de 90.000 personas en la 2014-2015, lo que permitió, además del control y la gestión sostenible del recurso, financiar acciones de valorización innovadoras de interés general en los municipios participantes como [www.mercasetas.es](http://www.mercasetas.es), y otras acciones de funcionamiento como la señalización, vigilancia, limpieza de montes, formación y promoción, entre otras.

Micocyl pretende superar el millón de hectáreas públicas reguladas en los próximos años, gestionando por este sistema las principales áreas de producción de Castilla y León.

### **NUEVAS OPORTUNIDADES DE COOPERACIÓN EUROPEA EN I+D+i**

La investigación desarrollada durante años desde el programa de Micología de Castilla y León ha conseguido poner esta Comunidad "en el mapa europeo de la I+D en materia micológica". Tanto es así, que nuestra región lidera desde hace varios años proyectos de calado internacional, colaborando con otras regiones europeas y norteamericanas, demostrando que la investigación, la formación, la regulación y la micosilvicultura resultan engranajes clave para la valorización de los hongos silvestres, y pueden mejorar la sostenibilidad y multifuncionalidad forestal en su conjunto, con todos los beneficios socioeconómicos y ambientales que ello supone.

No obstante, conviene insistir que este proceso nació de la investigación y se desarrolló gracias a la apuesta institucional por la I+D durante años. La estrategia de la Unión Europea para 2014-2020 pasa por aumentar la inversión en I+D como ga-





Fig. 10. Formatos de permisos de recolección de [www.micocyl.es](http://www.micocyl.es). Fotos: C. Redondo Blanco.

rantía de competitividad y mejora de la economía europea, y el sector de la micología no puede quedar al margen de esta estrategia. Es muy importante que las instituciones públicas de la región (ayuntamientos, diputaciones y Junta de Castilla y León) comprendan las oportunidades de financiación y liderazgo europeos que se abren en el periodo 2014-2020, siempre que se garantice una cofinanciación estable de la I+D desde Castilla y León.

Recientemente, distintos socios europeos pusieron de manifiesto la necesidad de buscar fórmulas para consolidar estas redes de cooperación internacional como instrumentos al servicio del sector de la micología para la transferencia de la investigación, la formación, la innovación y la valoración del recurso micológico en los territorios. Para ello, se está gestando la creación de la Agrupación Europea de Cooperación Internacional (AECT) "Instituto Micológico Europeo [www.micosylva.com](http://www.micosylva.com)" cuya sede, si cuenta con el apoyo institucional necesario, podría ubicarse y coordinarse desde Soria.

El proyecto Micosylva+ ha creado la Red Europea de Parques Micológicos (European Mycosylva Forest Network), cuyo primer parque ya se puso en marcha en Pinar Grande (Soria). Desde esta

red de Parques se pretende priorizar en territorios europeos relevantes desde el punto de vista micológico los esfuerzos de investigación, de formación y de integración de criterios micosilvícolas en la gestión del medio natural. Toda esta información se pondrá a disposición de la sociedad desde el Instituto Europeo de Micología, que tiene entre sus finalidades la de difundir y homogeneizar los indicadores de seguimiento del recurso micológico en todas las regiones europeas participantes. Paralelamente, la Red Europea de Parques Micológicos es una gran oportunidad para el desarrollo e internacionalización del micoturismo en Castilla y León, aspecto de enorme potencial para nuestra región.

Otras iniciativas, como la red de "mercados de setas de Castilla y León [www.mercasetas.es](http://www.mercasetas.es)" y el distintivo de Municipio y de Capital Micológica Europea, contribuirán a la dinamización socioeconómica del sector, así como al acercamiento y enriquecimiento cultural y tecnológico del mundo rural y del mundo urbano a través de la micología, una afición creciente de alto valor añadido en las sociedades avanzadas.

La formación y profesionalización del sector de la micología es básica para la mejora de todos los procesos productivos y para la competitividad y la excelencia. El Instituto Micológico Europeo contribuirá desde Castilla y León, a la transferencia de toda la investigación e innovaciones al sector micológico europeo.

Finalmente, la dinamización de las políticas públicas necesarias para el desarrollo de un sec-



tor necesitado de reglamentos claros, efectivos y coordinados a nivel europeo, que verdaderamente contribuyan a la mejora del sector garantizando su sostenibilidad, será también uno de los objetivos abordables desde dicho futuro Instituto Micológico Europeo. Un instituto nacido desde la cooperación territorial e integrado por instituciones públicas europeas, con el fin de mejorar la transferencia del conocimiento y la formación, así como para desarrollar la micosilvicultura, la truficultura, la regulación y la valorización agroalimentaria y micoturística a nivel europeo.

En los próximos años, desde Micocyl 2014-2020, Castilla y León podrá aprovechar las oportunidades ofrecidas por la cooperación europea para avanzar en el desarrollo de productos innovadores de valorización micoturística y agroalimentaria, conectando las sociedades rurales y urbanas a través del interés por la micología (recolección, gastronomía, bioproductos, cultura...). Todo ello bajo una gestión micosilvícola sostenible de los montes productores y una adaptación progresiva del territorio a los retos del cambio climático.

## REFERENCIAS

- BÜNTGEN, U., S. EGLI, J. GALVÁN, J.M. DÍEZ, J. ALDEA, J. LATORRE & F. MARTÍNEZ-PEÑA (2015). Drought-induced long-term changes in the phenology, productivity and diversity of Spanish mushrooms. *Fungal Ecology* 16: 6-18.
- EGLI, S., M. PETER, C. BUSER, W. STAHEL & F. AYER (2006). Mushroom picking does not impair future harvests-results of a long-term study in Switzerland. *Biol. Conserv.* 129: 271-276.
- GARCÍA-ASENSIO, J.M. (2004). *Los aprovechamientos micológicos en España. Régimen jurídico*. Ed. Dykinson. Madrid. 214 pp.
- LATORRE, J. (2015). *Diagnóstico e innovación aplicada a la gestión y valorización del micoturismo en Castilla y León*. Trabajo Fin de Máster. Facultad de Ciencias Jurídicas y de la Empresa. Universidad Católica San Antonio (Murcia).
- LÓPEZ-ESTEBARANZ, M., F. MARTÍNEZ-PEÑA, M. MOLINA-IBÁÑEZ, A. HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ-DE-ROJAS & J. LUCAS-SANTOLAYA (2005). *Balance socioeconómico y funcional del primer año de aplicación de la experiencia piloto de regulación de la recolección de setas en montes de U.P. de la zona de pinares de Almazán (Soria)*. IV Congreso Forestal Español. Zaragoza.
- MARTÍNEZ-PEÑA, F., J.A. ORIA-DE-RUEDA & T. ÁGREDA (coord.) (2011). *Manual para la gestión del recurso micológico en Castilla y León*. Consejería de Medio Ambiente. Junta Castilla y León. 448 pp.



# Normas para la presentación de los trabajos

## OBJETIVOS

El “Boletín Micológico de Castilla y León” que publica la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL), tiene como objetivo la difusión, entre sus asociados, otras asociaciones, micólogos, etc., de los trabajos originales así como trabajos de revisión actualizados que han sido aceptados por el Comité Científico Asesor, y versen sobre temas de micología básica o aplicada, especialmente en el ámbito de Castilla y León, aunque no exclusivamente.

## CONTENIDO DEL BOLETÍN

Se podrán publicar trabajos científicos, artículos cortos o revisiones sobre las siguientes secciones: micología básica (taxonomía, anatomía, fisiología, genética, ecología, corología, terminología, etc.), micología industrial y económica, micología forestal y agrícola, micología médica humana y animal, micotoxicología, etnomicología e historia de la micología en temas no relacionados con los anteriormente expuestos.

## NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

**1. Norma general.** Los trabajos serán presentados en español si bien pueden ser aceptados los escritos en otras lenguas, según consideración del Comité Científico Asesor; en este último caso deberá acompañarse de un resumen en español además del resumen en la lengua original y del resumen en inglés. Los trabajos se escribirán con el programa informático Word en fuente Times New Roman de 14 puntos sólo para el título, y de 12 puntos para el resto del documento, interlineado sencillo y con márgenes de 3 cm a derecha e izquierda (que es el marginado que da por defecto Word). El título, los autores y las direcciones de los autores estarán escritos con justificación izquierda y el resto con justificación total. Todos los

comienzos de párrafo tendrán un sangrado normal de 1 cm, excepto en el apartado Referencias del final del artículo en el que cada referencia tendrá una sangría francesa (o inversa) también de 1 cm. En ningún caso se intentará maquetar el artículo, insertar las figuras o hacer indicaciones en el texto de donde deben ir colocadas las figuras pues esto está condicionado por la maquetación de la revista, tan sólo se incluirán las referencias a las figuras en el texto como, por ejemplo: Fig. 1, Fig. 3.A, Figs. 5-7 o (Fig. 1), (Fig. 3.A), (Figs. 5-7).

**2. Título.** El título será lo más informativo y breve posible, indicando los taxones pero no sus autores. Se escribirá en MINÚSCULAS, REDONDA, NEGRITA y justificación izquierda. No se pondrá punto al final del título. Por ejemplo: **El género *Cortinarius* en León y zonas limítrofes**. Se dejará un espacio entre el título y los autores.

**3. Autores.** Los autores del trabajo se escribirán con todas las letras en mayúscula, en negrita y con justificación izquierda, y sólo se incluirá el primer apellido (aunque se pueden incluir los dos apellidos si van unidos por un guion), y la inicial o iniciales del nombre. Si son más de una inicial, éstas irán con punto y sin espacio entre ellas. En el primer autor las iniciales irán detrás del apellido, y en el resto de autores las iniciales irán delante del apellido. Si son varios autores se numerarán con un superíndice detrás de cada nombre, sin paréntesis y sin dejar espacios. No se pondrá punto al final de los autores. Por ejemplo: **ESTEVE-RAVENTÓS, F.<sup>1</sup> & M.L. CASTRO<sup>2</sup>**. Si se desea que aparezca el nombre completo por razones de currículum o por cuestiones de identificación precisa del autor (en el caso de que el autor tenga apellidos muy comunes, en común con otro familiar u otras causas), el nombre completo se podrá añadir como primer dato en la dirección postal. Se dejará un espacio entre los autores y sus direcciones.



**4. Direcciones de los autores.** Se escribirán en negrita y con justificación izquierda. Cada dirección de los autores irá precedida por el mismo superíndice que tiene el nombre de cada autor, a continuación irá la dirección con todos los datos separados por comas. Después, tras un punto, irá la dirección de correo electrónico. No se pondrá punto tras la dirección de correo electrónico. Se dejará un espacio entre las direcciones de los autores y el Resumen. Por ejemplo:

**<sup>1</sup>C/ Andalucía 3, 4.ª dcha, 26500 Calahorra, La Rioja, España. E-mail: acamo@ono.com**

**<sup>2</sup>José de Uña y Villamediana, Avda. Anselmo Clavé 47 dpdo. 3.ªA (Edificio "Goya"), 50004 Zaragoza, España. E-mail: setadeu@yahoo.es**

**5. Resúmenes y palabras clave.** Tras la dirección de los autores se incluirá un resumen en español y otro en inglés (summary, no usar abstract), y unas palabras clave (keywords en inglés). Cada resumen contendrá una parte en negrita (referencia del artículo), que deberá tener el mismo formato que el ejemplo que aquí se adjunta al final de este párrafo, y que incluirá los autores, año de publicación, título y revista y páginas del artículo (XXX-XXX), y otra parte en redonda normal (no negrita) con el resumen que los autores quieran hacer del contenido del artículo en un solo párrafo de no más de 100 palabras donde los taxones irán en cursiva y donde se podrá incluir el autor de los mismos de manera opcional. Por ejemplo:

**Resumen: CADIÑANOS-AGUIRRE, J.A. & E. FIDALGO-PRIETO (2011). Algunas especies de *Lactarius* interesantes de León, Asturias y Cantabria. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: XXX-XXX.** Se comentan y describen algunas colecciones de varias especies de *Lactarius* recolectadas por los autores...

**Palabras clave:**

**Summary: CADIÑANOS-AGUIRRE, J.A. & E. FIDALGO-PRIETO (2011). Some interesting species of *Lactarius* from León, Asturias and Cantabria. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: XXX-XXX.** Some gatherings of several species of the genus *Lactarius* collected by the authors...

**Keywords:**

A continuación, sin dejar espacio interlineal con el resumen, irán las palabras clave (ver ejemplo anterior). Se incluirá un máximo de 10 palabras clave, separadas por comas, tanto en español, como en inglés. Las leyendas "Palabras clave" y "Keywords" y los dos puntos irán en negrita y el resto sin negrita. Los taxones se indicarán en cursiva, pudiendo aparecer los autores de los mismos. Por ejemplo:

**Palabras clave:** *Fungi, Coprinus, Coprinopsis, vermiculifer*, taxonomía, España, Granada, Sierra Nevada.

**Keywords:** *Fungi, Coprinus, Coprinopsis, vermiculifer*, taxonomy, Spain, Granada, Sierra Nevada.

**6. Texto.** Todos los nombres científicos deberán ser citados en el texto en *cursiva*, independientemente del rango o categoría taxonómica. Ninguna palabra deberá estar subrayada. Las figuras, ya sean fotografías, gráficas, esquemas, mapas, cuadros o tablas, de los trabajos deberán ser citados en el texto y vendrán numerados en el orden de su citación como Fig. 1, Figs. 5-7 o (Fig. 1) (Figs. 5-7).

La manera de citar a los autores en las referencias a sus trabajos que hay en el texto será con todas las letras en mayúscula. Se usará el primer apellido si es un solo autor y primer apellido de cada autor unidos por la partícula & si son dos autores; y el apellido del primer autor seguido de & *al.* (no *et al.*), si son más de dos autores, todo ello seguido del año de publicación del trabajo referido entre paréntesis. Por ejemplo: SINGER (1947), MIRANDA & RUBIO (2000) o KIRK & *al.* (2001), si nos referimos a la obra del/de los autor/es, y por ejemplo SINGER & *al.* (1947: 223) si deseamos referirnos a una página concreta de un trabajo, o bien (SINGER & *al.*, 1995) cuando se quiera dar una referencia justificativa de una explicación, en cuyo caso si hay más de un autor se separaran las referencias por punto y coma, por ejemplo: (SINGER, 1942: 123; PILAT, 1950; VELLINGA & *al.*, 2004). Finalmente si se quiere hacer referencia al texto de un autor que escribe en la obra de otro de forma explícita se pondrá el apellido del autor seguido de la palabra "in" en cursiva, por ejemplo: (VILA & PÉREZ-DE-GREGORIO *in* BALLARÀ & *al.*, 2009: 107). El texto estará estructurado, en la medida de lo posible, aunque no de forma obligatoria, de los



apartados siguientes: **INTRODUCCIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS, RESULTADOS, DISCUSIÓN, AGRADECIMIENTOS y REFERENCIAS.**

Estos apartados vendrán con todas las letras en mayúsculas, en negrita y sin sangrar. El texto comenzará en la siguiente línea no a continuación del título del apartado. Los posibles subapartados como: **Material estudiado, Macroscopía, Microscopía, Hábitat, Comentarios taxonómicos, Riqueza, Diversidad, Productividad, Observaciones**, etc., vendrán en negrita, sólo con la primera letra en mayúsculas, sangrados 1 cm. El texto comenzará en la siguiente línea, no a continuación del título del subapartado, excepto en **Material estudiado**, que continuará en la misma línea. En los tratamientos taxonómicos, las descripciones de los taxones se realizarán cada una por separado. Los autores de taxones se indicarán sólo en el epígrafe donde se describe, discute o cita el taxón en cuestión, como única vez, sin incluirlos en el título del trabajo o resto del texto, aunque los autores podrán aparecer en el Resumen. Los nombres de los autores de taxones vendrán abreviados de acuerdo con la publicación de KIRK & ANSELL (1992), aunque para los que no puedan consultar esta obra, las abreviaturas de los autores también están disponibles en las siguientes direcciones de Internet:

[http://www.indexfungorum.org/names/Author\\_sOfFungalNames.asp](http://www.indexfungorum.org/names/Author_sOfFungalNames.asp)

[http://kiki.huh.harvard.edu/databases/botanist\\_index.html](http://kiki.huh.harvard.edu/databases/botanist_index.html).

Las publicaciones periódicas se abreviarán de acuerdo a LAWRENCE & *al.* (B-P-H; 1968) y los libros según STAFLEU & COWAN (TL2; 1976), aunque aquellos que no puedan consultar estas obras, las abreviaturas de revistas y libros también están disponibles en [http://kiki.huh.harvard.edu/databases/publication\\_index.html](http://kiki.huh.harvard.edu/databases/publication_index.html). Si no se conoce la abreviatura estándar de una revista o libro deberá citarse el nombre completo de dicha obra. Para los acrónimos de los herbarios donde se deposita el material estudiado se seguirá a HOLMGREN & *al.* (1990) o bien la siguiente página de Internet de Index Herbariorum: <http://sweetgum.nybg.org/ih/>. Después de un punto y seguido se evitará escribir el nombre de un género de forma abreviada. Las indicaciones de los años en fechas de recolección, material de herbario, etc., se harán con 4 cifras y

los meses en números romanos. Cuando dentro de un paréntesis haya otro paréntesis, los interiores se cambiarán a corchetes. Esto suele ocurrir cuando se desea escribir sinónimos de especies dentro de un paréntesis y el taxón sinónimo presenta algún autor entre paréntesis. Ejemplo: *Betula alba* L. (= *Betula pubescens* subsp. *celtibérica* [Rothm. & Vasc.] Rivas Mart.). Para cuestiones ortográficas se seguirán las normas de la R.A.E (2014) y R.A.E. & A.A.L.E (2010), que también se pueden consultar en la página de Internet: <http://www.rae.es/drae/>. En aquellos casos en los que una palabra no se encuentre en el diccionario de la R.A.E (aparte de las palabras técnicas como queilocistidios, perfectamente correctas), como es el caso, por ejemplo, de concolor, catenulado, sinonimizar, etc., se considerarán correctas teniendo en cuenta su actual difusión en el campo de la micología. Según la R.A.E., el nombre de nuestra Península, puede escribirse en minúsculas, "península ibérica", si nos referimos a un accidente geográfico; o con mayúsculas, "Península Ibérica", si entendemos que es una entidad de carácter histórico-político. Por tanto, seguimos el criterio de la obra *Flora ibérica*, en la cual las letras iniciales se escriben siempre con mayúsculas, es decir, Península Ibérica. Para cuestiones de nomenclatura se seguirán las normas de la última edición del ICN (Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas).

**7. Referencias al material de herbario.** Se citará, con la tipografía que se especifica: PAÍS (si se hace referencia a material de diversos países, o se desea incluir este dato), PROVINCIA: municipio, paraje, etc. (se pueden incluir otras entidades como región, comarca, valle, parque natural, etc., siempre que se mencionen de mayor a menor superficie), coordenadas UTM (cuadrícula de 1 km x 1 km), altitud (m o m.s.n.m.), hábitat, fecha (p. e. 18-IV-2003), *leg.* seguido del nombre del donante o recolector del espécimen (en redonda con la/s inicial/es del nombre de pila y la inicial del/de los apellido/s en mayúscula y el resto en minúscula), *det.* seguido del nombre del determinador (sólo si es distinto del donante o recolector, con las mismas especificaciones que para el donante o recolector), ACRÓNIMO DEL HERBARIO O MICOTECA y número de espécimen.



**Ejemplo de referencia de material de herbario:**

BIZKAIA: Bitaña, Izurza, 30TWN2877, 360 m, plantación de *Chamaecyparis lawsoniana* con musgos de *Rhytidiadelphus squarrosus*, 7-XII-2005, leg. S. Araujo y P. Iglesias, det. P. Iglesias, JPI-05120702.

**8. Referencias.** Solo deberán estar incluidas en este apartado aquellas referencias explícitamente citadas en el texto. Se citarán siempre todos los autores hasta un máximo de ocho, si se supera esta cifra figurarán los ocho primeros seguido de & *al.* Si no se menciona un autor concreto, los editores no son una persona física, y si figuran colaboradores, asesores, etc., se pondrá VV. AA. como en el ejemplo de referencias VV. AA. (1968). Si no se conoce el autor, se tratará como anónimo, como en los ejemplos de referencias ANÓNIMO (1989) y ANÓNIMO (2005). Si no se conoce el año se pondrá s. d. (*sine data*; sin fecha) dentro del paréntesis del año, como en los ejemplos de referencias de BLACKWELL, M., R. VILGALYS & J.W. TAYLOR (s. d.) o INDEX FUNGORUM (s. d.), y si el año de publicación real se conoce y difiere del año facial (de la cubierta o portada), se indicará la fecha facial entre corchetes después de la fecha real de publicación como en WASSER, S.P. (1977b) [“1976”] de los ejemplos de las referencias. Los boletines oficiales se incluirán en las referencias siguiendo el formato de la referencia del MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA (2009) que hemos insertado en los ejemplos. Las referencias se ordenarán alfabéticamente por autores, con los trabajos de igual autoría ordenados de forma cronológica y en el caso de pertenecer a los mismos autores y años se distinguirán añadiendo letras, en minúscula, a continuación del año como en WASSER, S.P. (1977a) y WASSER, S.P. (1977b) de los ejemplos de las referencias; si el primer autor viene acompañado de otros autores, para un mismo año, se ordenarán por el apellido del segundo autor, si este es también el mismo por el apellido del tercer autor, y así sucesivamente. Si se trata de libros independientes que no forman parte de una serie, el título irá en cursiva y se indicará el nombre de la editorial y la ciudad de edición, para

casos que se presten a confusión, por ser la editorial un nombre de persona, un objeto (Círculo, Árbol, etc.), se podrá añadir delante de la editorial la partícula “Ed.”, (Ed. Círculo; Ed. Árbol) como en el ejemplo de referencia de MUÑOZ, J.A. (2005). Si se trata de capítulos de libros, se indicará en cursiva el título del libro antecedido del/de los editor/es en mayúscula y la partícula “In:”, como en los ejemplos de referencias de ARNOLDS, E. (1990) o DANIËLS, P.P. (2003). Para los libros se deja como opcional el indicar, al final de la referencia, el número de páginas totales de la publicación, como en los ejemplos de referencias de ARNOLDS, E. (1990), DANIËLS, P.P. (2003), o KNUDSEN, H. & J. VESTERHOLT (2008). Si se trata de revistas, el título del artículo irá en redonda, (incluso los nombres científicos) y será el nombre de la misma la que irá en cursiva y abreviado según los estándares antes señalados o bien con el nombre completo si no se conoce su abreviatura estándar. Los diferentes fascículos de un mismo número se consignarán entre paréntesis después del número de revista sin dejar espacios como en el ejemplo de referencia ANÓNIMO (1989). Las páginas web deberán llevar la URL correspondiente en redonda y subrayada, así como la fecha de consulta entre corchetes al final; el título de la página web o el del documento incluido en ella (libro, artículo en pdf, etc.) deberán ir en cursiva. Para que todas las referencias se hagan de forma uniforme en el boletín, se escribirán de acuerdo con los ejemplos que se incluyen a continuación en cuanto a citación de autores, años, etc.

**9. Índice de figuras.** A continuación de las referencias y con el título Índice de figuras, se relacionarán todos los pies de foto o ilustraciones, enumerados y ordenados, indicando la leyenda que deseen los autores del artículo y el autor de las mismas (ver ejemplo al final del párrafo), excepto si el artículo está firmado por un solo autor y todas las figuras son del mismo. Es recomendable añadir el número de colección en dichas leyendas para así conocer el aspecto macroscópico de algunas de las colecciones estudiadas. Cuando una figura tenga varios apartados, las distintas partes se diferenciarán con letras en mayúscula seguidas de dos puntos. Por ejemplo:



### Índice de figuras

Fig. 1. *Cantharellus romagnesianus*. NS-10110620. Foto: J. Cuesta.

Fig. 2. *Cantharellus gallaecicus*. A: Esporas. B: Hifas de la pileipellis. C: Vista general, basidios y esporas. Fotos: N. Santamaría.

**10. Ilustraciones.** Las fotografías se enviarán por correo electrónico en alta resolución, al menos a 300 puntos (ppp). En ningún caso las fotografías y dibujos se enviarán insertados en el texto del artículo, sino en archivos separados con formatos de fotografía (jpg, tif, etc., nunca insertados en un archivo de Word) en cuyo nombre de archivo se indique al menos el número de figura para poderlo relacionar con el número de figura de las leyendas del índice de figuras. Las fotografías publicadas en sucesivos boletines serán cedidas a la Consejería de Medio Ambiente en virtud del Convenio de Colaboración entre FAMCAL y la mencionada Consejería. Los autores de las fotografías al enviarlas ceden las mismas a la institución arriba indicada.

### DÓNDE ENVIAR LOS TRABAJOS

Los trabajos serán remitidos en soporte informático, directamente por correo electrónico a los siguientes miembros del Comité Científico Asesor: Luis A. Parra ([agaricus@telefonica.net](mailto:agaricus@telefonica.net)) y Juan M. Velasco ([juanmvs@telefonica.net](mailto:juanmvs@telefonica.net)), adjuntando el teléfono personal de uno o varios de los autores para poder contactar con los autores en caso de que sea necesario. Los trabajos serán enviados antes del 30 de abril del año de publicación del número del boletín correspondiente. Los trabajos, una vez en posesión del Comité Científico Asesor, serán revisados, para emitir después un informe sobre su contenido. A la vista de estos informes los trabajos podrán ser rechazados, aprobados sin modificaciones o aprobados después de que se hayan efectuado modificaciones en su forma o contenido. Si son aprobados con modificaciones serán reenviados a los autores para que efectúen las modificaciones propuestas por los revisores. Si los autores no aceptan las modificaciones sin explicar o justificar los motivos por los cuales no aceptan los cambios, los trabajos serán rechazados. En cambio, si los autores justifican los motivos para no aceptar determinados cambios, el

Comité Científico Asesor estudiará los motivos alegados e informará a los autores de la decisión final adoptada.

### EJEMPLOS DE REFERENCIAS PARA EL BOLETÍN MICOLÓGICO DE FAMCAL

- ÁLVAREZ NIETO, A., L. DÍAZ BALTEIRO & J.A. ORIA DE RUEDA (2001). Valoración de la producción conjunta madera-setas. Aplicación al caso de la Carballada (Zamora). *Actas Congreso Forestal Español* 5: 775-780.
- ANÓNIMO (1989). *Agaricus boisseletii* Heinemann. *Bull. Soc. Mycol. France* 105(3): pl. 257.
- ANÓNIMO (2005). Relación de variedades comerciales de micelios de champiñón (campana 2005-2006). *El champiñón en Castilla la Mancha* 21: 2-4.
- ARNOLDS, E. (1990). Mycologist and Nature conservation: 243-264. In: HAWKSWORTH, D.L. (ed.) *Frontiers in Mycology*. CAB International. Kew. 300 pp.
- BASTARDO, J.A., A. GARCÍA BLANCO & M. SANZ CARAZO (2001). *Hongos -setas- en Castilla y León*. Ed. Los Autores. Valladolid.
- BLACKWELL, M., R. VILGALYS & J.W. TAYLOR (s. d.). *Tree of life. Fungi*. <http://tolweb.org/tree/Fungi> [consultada el 14 de febrero de 2005].
- BON, M. & P. ROUX (2002). Le genre *Gymnopilus* P. Karst. en Europe. *Fungi non delineati* XVII: 1-52.
- BREITENBACH, J. & F. KRÄNZLIN (1984). *Champignons de Suisse 1. Les Ascomycètes*. Mykologia. Lucerne.
- CALONGE, F.D. (1998). Gasteromycetes, I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulosmatales. *Fl. Mycol. Iber.* 3: 1-271.
- DANIÉLS, P.P. (2003). Números 2124-2178: 104-165. In: HERNÁNDEZ, J.C. (ed.). *Cuad. Trab. Fl. Micol. Ibér.* 19. *Bases corológicas de Flora Micológica Ibérica*. Números 2070-2178. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 171 pp.
- FERNÁNDEZ TOIRÁN, M. (1995). *Estudio de la producción micológica actual en la Comarca de Pinares de Soria y ensayo de técnicas de mejora de la misma*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.



- FERNÁNDEZ TOIRÁN, M., A. RIGUEIRO & M.L. CASTRO (1996). Effect of forest treatment on mycorrhizal fruit body production in *Pinus sylvestris* stands in Soria (Spain). *Proceedings of the IV European Symposium on Mycorrhizas*: 531-534.
- FERNÁNDEZ TOIRÁN, M. & F. MARTÍNEZ PEÑA (1999). *Los hongos en los montes de Soria*. Junta de Castilla y León. Valladolid.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2006). *Mycena purpureofusca* en la Sierra de Guadarrama. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 15-16.
- HERNÁNDEZ-CRESPO, J.C. (2006). *SIMIL, Sistema de Información Micológica Ibérica en Línea*. Real Jardín Botánico, C.S.I.C. Proyecto Flora Mycologica Iberica I-VI (1990-2008). Ministerio de Educación y Ciencia, España. <http://www.rjb.csic.es/fmi/sim.php> [consultada el 2 de agosto de 2011].
- INDEX FUNGORUM (s. d.). <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp> [consultada el 12 de julio de 2011].
- KIRK, P.M., P.F. CANNON, D.W. MINTER & J.A. STALPERS (2008). *Ainsworth & Bisby's. Dictionary of the Fungi* (10<sup>th</sup> ed.). CAB International. Wallingford.
- KNUDSEN, H. & J. VESTERHOLT (eds.) (2008). *Funga Nordica. Agaricoid, boletoid and cyphe- lloid genera*. Nordsvamp. Copenhagen. 968 pp.
- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA (2009). Real Decreto 30/2009, de 16 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario. *BOE* 20 (23 de enero de 2009): 7861-7871.
- MORCILLO SIERRA, M. (2002). *Nuevas experiencias en el cultivo de hongos silvestres*. Comunicación a las XIII Jornadas Micológicas. E.T.S.II. AA. de Palencia (Universidad de Valladolid).
- MUÑOZ, J.A. (2005). *Fungi Europaei 2. Boletus s.l. (excl. Xerocomus)*. Ed. Candusso. Alassio.
- R.A.E. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*, (23<sup>a</sup> ed.). Espasa. Madrid.
- R.A.E. & A.A.L.E. (2010). *Ortografía de la lengua española*. Espasa, Madrid.
- TALAVERA, S. (1997). Taxonomía vegetal: 1-21. In: IZCO, J. & al. *Botánica*. Mc Graw Hill-Interamericana. Madrid.
- VV. AA. (1968). *Enciclopedia Salvat de las Ciencias 1: Vegetales*. Salvat / Instituto Geográfico de Agostini. Pamplona.
- WASSER, S.P. (1977a). New and rare species of Agaricaceae Cohn. family. *Ukrayins'k. Bot. Zhurn.* 34(3): 305-308.
- WASSER, S.P. (1977b) ["1976"]. Familiae Agaricaceae Cohn species pro mycoflora URSS novae vel rae necnon una pro scientia nova. *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 3: 217-228.





## SUSCRIPCIÓN Y PETICIÓN DE EJEMPLARES DEL BOLETÍN MICOLÓGICO DE FAMCAL

La suscripción o petición de ejemplares al Boletín Micológico de FAMCAL se realiza de la siguiente manera dentro del ámbito nacional:

Solicitando al siguiente e-mail: **secretaria.famcal@hotmail.es**, el formulario de suscripción y petición de ejemplares, devolviéndolo completamente cumplimentado a la misma dirección de correo electrónico, previo pago del total de gastos (boletín + gastos de envío) en la cuenta bancaria de FAMCAL en Caja España 2096-0690-52-3791047300. El nombre del suscriptor tiene que aparecer en la orden de pago.

### Precio de los boletines

Para **miembros** de las asociaciones que pertenecen a FAMCAL:

Boletines nº 1 a 10: 10 euros cada ejemplar

Para **no miembros** de las asociaciones de FAMCAL:

Boletines n 1, 2, 3, 4 y 5 (años 2006 a 2010), 1 ejemplar: 15 euros.

Boletines nº 6 y 7 (año 2011 a 2012), 1 ejemplar: 25 euros.

Boletín nº 8, 9 y 10 (años 2013 a 2015), 1 ejemplar: 10 euros.

**¡IMPORTANTE! si pide un juego completo de todos los números publicados (1-10) los números 1, 2 y 3 serán gratis**

Gastos de envío:

Nº ejemplares	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Precio (euros)	7	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15

Así, por ejemplo, si se pide todo el juego completo de boletines del 1 al 10 el importe total (si la transferencia no tiene cargo) sería de 125 euros:

1, 2 y 3: gratis; 4 al 9: 110 euros; gastos de envío: 15 euros.