



***Leucocoprinus fragilissimus* (Rav. Ex Berk. & M.A. Curtis) Pat., una especie tropical en el Parque Natural de Los Alcornocales, España.**

(1) MANUEL PLAZA CANALES

C/. La Angostura, 20.11370 - Los Barrios. Cádiz
Email: manpc58@gmail.com

(2) FRANCISCO SÁNCHEZ IGLESIAS

C/. Gustavo Doré, 7. 41006. Sevilla
Email: elmirador1357@gmail.com

RESUMEN: *Leucocoprinus fragilissimus* (Ravenel ex Berk. & M.A. Curtis) Pat., una especie tropical en el Parque Natural de Los Alcornocales, España. Se estudian los ejemplares de colecciones de la provincia de Cádiz (España) de dos localizaciones del Parque Natural de Los Alcornocales. La descripción de los ejemplares se acompaña de fotografías macro y microscópicas de los caracteres singulares de la especie. Se ofrecen datos corológicos y ecológicos y se comparan sus características morfológicas con las de las especies más parecidas. Se confirma la determinación con análisis molecular.

Palabras clave: Agaricaceae, Agaricomycetidae, Basidiomycota, Cádiz, Fungi, Pantropical, Pseudoparáfisis.

ABSTRACT. *Leucocoprinus fragilissimus* (Ravenel ex Berk. & M.A. Curtis) Pat, a tropical species in the Los Alcornocales Natural Park, Spain. The specimens from the collections of the province of Cádiz (Spain) are studied, from two locations in the Los Alcornocales Natural Park. The description of the specimens is accompanied by macro and microscopic photographs of the unique characters of the species. Corological and ecological data are offered and their morphological characteristics are compared with those of the most similar species. The determination is confirmed with molecular analysis.

Key words: Agaricaceae, Agaricomycetidae, Basidiomycota, Cádiz, Fungi, Pantropical, Pseudoparaphysis.

INTRODUCCIÓN

En el mes de octubre de 2017 uno de los autores encontró un ejemplar de lo que parecía un pequeño y delicado coprinus blanquecino con radios amarillentos creciendo sobre humus en un bosque de ribera, con alisos (*Alnus glutinosa*) y quejigos (*Quercus canariensis*). Su posterior estudio confirmó que se trataba de una especie típicamente tropical, apenas citada en otros hábitats más templados. Posteriormente, en el mes de noviembre de ese mismo año, ambos autores localizaron otro ejemplar a pocos kilómetros, también en un bosque con vegetación riparia. En este trabajo se describen ambos ejemplares y se cita por primera vez este taxón en España.

Leucocoprinus Pat. fue considerado por Singer (1986) como perteneciente a la tribu *Leucocoprineae* Singer en la familia *Agaricaceae* Chevall. El género se caracteriza por un píleo de porte lepiotoide o coprinoide, convexo a umbonado, con escuámulas flocosas pulverulentas, margen estriado-sulcado, de contexto muy delgado y láminas libres. Tienen basidiosporas lisas, hialinas, de paredes gruesas con o sin poro germinal evidente, dextrinoides, himenio con basidios tetraspóricos, pleurocistidios presentes o no y queilocistidios generalmente abundantes. La pileipellis es muy variable, formada por una mezcla de diferentes tipos de células e hifas, y generalmente en epicutis discontinua mezclada con esferocitos o cadenas de hifas infladas, ramificadas o no, que a veces forman fascículos erectos que constituyen las escuámulas. La trama himenoforal es regular y trabecular. No se observan fíbulas (NIVEIRO, 2012).

El enigmático status de muchas especies ubicadas tanto en *Leucoagaricus* como en *Leucocoprinus* continúa a pesar de los análisis preliminares basados en ADN destinados a refinar las circunscripciones genéricas. Los estudios filogenéticos moleculares (VELLINGA, 2004), aunque sólo son poco compatibles, indican que *Leucoagaricus* y *Leucocoprinus* juntos forman un gran linaje monofilético. Este linaje incluye el género polifilético *Sericeomyces* Heinem., compuesto de especies con colores blanquecinos y una cubierta de pileal cuticular, que muchos autores (e.g. CANDUSSO 1990, VELLINGA 2001) consideran como un subgénero de *Leucoagaricus*. Los datos del estudio molecular antes mencionado (VELLINGA, 2004) indican la viabilidad de tratar el clado monofilético *Leucoagaricus* / *Leucocoprinus* resuelto como un gran género o dividiéndolo en géneros monofiléticos distintos (VELLINGA & DAVIS, 2006). Parece que antes de que se pueda llegar a un concepto claro del complejo, se deben generar y analizar más datos moleculares con una mejor representación de las especies tropicales (KUMAR, 2009).

Las especies de *Leucocoprinus* son terrestres y sapotróficas (Singer 1986, Vellinga 2001, Gimenes 2007, Rother & Borges da Silveira 2009). El género comprende aproximadamente 40 especies en todo el mundo (Kirk *et al.* 2008) (NIVEIRO, 2012).

La mayoría de las especies de *Leucocoprinus* son de origen tropical, y han sido introducidos en zonas templadas junto con plantas tropicales (VELLINGA, 2001). En Europa hay pocos taxones de este género que prosperan en hábitats silvestres. Hay especies ampliamente distribuidas como *L. brebissonii* (Godey) Locq., *L. cretaceus*

(Bull.:Fr.) Locq., *L. cepistipes* (Sow.) Pat. y otras raras al aire libre como *L. castroi* Blanco-Dios, *L. birnbaumii* (Corda) Singer, *L. cygneus* (J. Lange) Bon, *L. aureofloccosus* (Henn.) Bon y *L. straminellus* (Bagl.) Narducci & Caroti (BLANCO-DIOS, 2003).

En España hemos encontrado referencias de *L. birnbaumii*, *L. brebissonii*, *L. cepistipes*, *L. cretaceus* (Bull.) Locq., *L. cygneus*, *L. medioflavus* (Boud.) Bon (RUBIO, Asturnatura.com), *L. lilacinogranulosus* (Henn.) Locq.-Lin. (ARILLAGA, 2002).

MATERIAL Y MÉTODO

Todas las mediciones del estudio microscópico se hicieron sobre preparaciones en agua de material fresco, utilizando el software libre Piximetre 5.8 diseñado por Alain Heriot y Jean-Louis Cheype (<http://ach.log.free.fr/Piximetre>, Versión 5.9 nov.2017). Se utilizó reactivo de Melzer para observar la amiloicidad y Azul de Cresilo para comprobar el metacromatismo. Las macrofotografías fueron tomadas *in situ* con una cámara Canon EOS 600 D con objetivo marco Canon EFS 60 mm (2) y una Canon EOS M3 con objetivo macro Canon de 28 mm (1). Las microfotografías se hicieron con una cámara Canon EOS 1100 D montada sobre el triocular del microscopio Optika B353 PLi, utilizando el software Canon EOS Utility para controlar la cámara a través del ordenador (2) y un microscopio Nikon Eclipse E200 con cámara Canon EOS 700 D (1). El material de la Dehesa El Chapatal (JACUSSTA8100) se depositó en el herbario del Plan CUSSTA perteneciente a la Junta de Andalucía localizado en el Jardín Micológico La Trufa, en La Zagrilla (Córdoba). El material de Valdeinfierno (BLF20171022-1) está depositado en el herbario personal (1).

Todas las fotografías y figuras han sido realizadas por los autores del presente trabajo.

TAXONOMÍA

COLECCIONES ESTUDIADAS.

CÁDIZ. Parque Natural de Los Alcornocales. Los Barrios, Arroyo de Valdeinfierno, 30S 265400-4012100, 160 m, un ejemplar sobre humus en hueco de tronco de *Alnus glutinosa* cerca del suelo, en bosque con *Quercus canariensis* y *Fraxinus angustifolia*, 22.X.2017, Leg. Manuel Plaza Canales, BLF20171022-1; Castellar de la Frontera, Dehesa El Chapatal, 30S 282100-4016200, 40 m, un ejemplar en suelo de bosque con *Alnus glutinosa* y *Sáliz sp.*, 11.XI.2017, Leg. Francisco Sánchez Iglesias, JACUSSTA8100.

Leucocoprinus fragilissimus (Ravenel ex Berk. & M.A. Curtis) Patouillard. Essai taxonomiques sur les familles et les genres des Hyménomycètes, p.171 (1900).

≡ *Hiatula fragilissima* Ravenel ex Berk. & M.A. Curtis, Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 2, 12, p. 422 (1853). (*Basionymum*)

≡ *Lepiota fragilissima* (Rav.) Morgan, Journal of Mycology 13, p. 5 (1907).

= *Leucocoprinus licmophorus* (Berk.&Broome) Pat. Bull. Soc. Myc. France XXIX, p. 216 (1913).

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

Píleo de 20-25 mm diám., primero cónico-campanulado, aplanado-subumbonado en la madurez, con el disco central algo deprimido, margen sulcado-estriado radialmente casi desde el centro confiriendo al píleo una estructura plicada.



FIGURA 1. Basidiomas *in situ*. BLF20171022-1: a. JACUSSTA8100: b, c. Escala: 10 mm.

Cutícula con escuámulas amarillas en el centro y sobre las crestas radiales, quedando de color blanquecino casi translúcido la zona interradyal. Carne muy escasa,

blanquecino amarillenta, sin sabor ni olor apreciables. **Láminas** blanquecinas, delgadas, libres, con lamélulas, con margen entero, separadas.

Estípite cilíndrico, ensanchado en la base, donde adopta un aspecto bulboso, hueco, amarillo oliváceo claro, algo escumoso, de 60-100 x 1-2 mm; anillo móvil membranoso, en la parte superior a media del estípite, del mismo color que éste (Fig.1).

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Esporas ampliamente elipsoidales a subglobosas, lisas, hialinas, dextrinoides en Mezler, metacromáticas, de (8,7-)9,5 - 12(-13) x (5,4-)7,1 - 8,7(-9,3) μm , Q = (1,2-) 1,3 - 1,5(-1,8); N = 35, Me = 10,9 x 7,9 μm ; Qe = 1,4 (JACUSSTA8100); (10,2-)10,3 - 11,6(-12,1) x (7,2-)7,4 - 8,2(-8,4) μm , Q = (1,3-)1,4 - 1,5(-1,6), N = 14, Me = 10,9 x 7,7 μm , Qe = 1,4 (BLF20171022-1); con pared gruesa de 0,7 - 1,3 μm ; poro germinativo evidente con una cúpula hialina no congófila (Fig. 2.a,b).

Basidios tetraspóricos, cilíndrico-claviformes, de (19-)19,3 - 21(-21,3) x (9,8-) 11,2 - 12,6(-12,8) μm , con esterigmas de 3,5 - 5 μm de largo (Fig.2.c), intercalados con **pseudoparáfisis** subesféricas o esferopedunculadas, de (14-)15 - 20(-22,2) x (11-)11,6 - 18,2(-18,6) μm (JACUSSTA8100) (Fig.2.d,e,f). **Queilocistidios** no observados. **Pleurocistidios** ausentes.

Pileipellis celular/himeniforme, con elementos terminales isodiamétricos, subglobosos, de pared delgada, de (10,7-)13,8 - 20,3(-30,4) x (10,2-)12 - 19,2(-29,8) μm (Fig.2.g), sobre una capa de hifas de pared fina, hialinas, cilíndricas, entrecruzadas de forma diversa, y a veces con prolongaciones, de (2,3-)2,9 - 4,5(-5,5) μm de diám. (Fig. 2.h). (JACUSSTA8100).

Hifas fibulíferas no observadas.

HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN

Leucocoprinus fragilissimus es una especie saprófita que se desarrolla en bosques mixtos, invernaderos y lugares ricos en humus, fructifica de manera solitaria o gregaria.

Es una especie cosmopolita, con una distribución fundamentalmente pantropical, con citas en América, África, Asia y Oceanía, más común en el hemisferio sur (VELLINGA, 2004). Hemos encontrado referencias para Costa Rica, Colombia, México, Brasil, Argentina, India, Sudáfrica, Zaire, costa sur de China, Nueva Zelanda, Malasia y zonas costeras de Australia. Se distribuye también en el sudeste de EEUU, desde Texas hasta Los Apalaches (KUO, 2015; ROTHER, 2009; NASCIMENTO 2014; WILSON & HOLLINGER, 2006; KUMAR, 2009; NIVEIRO, 2012; DEREK, 1993; A.L.A., 2018. (Fig.3).

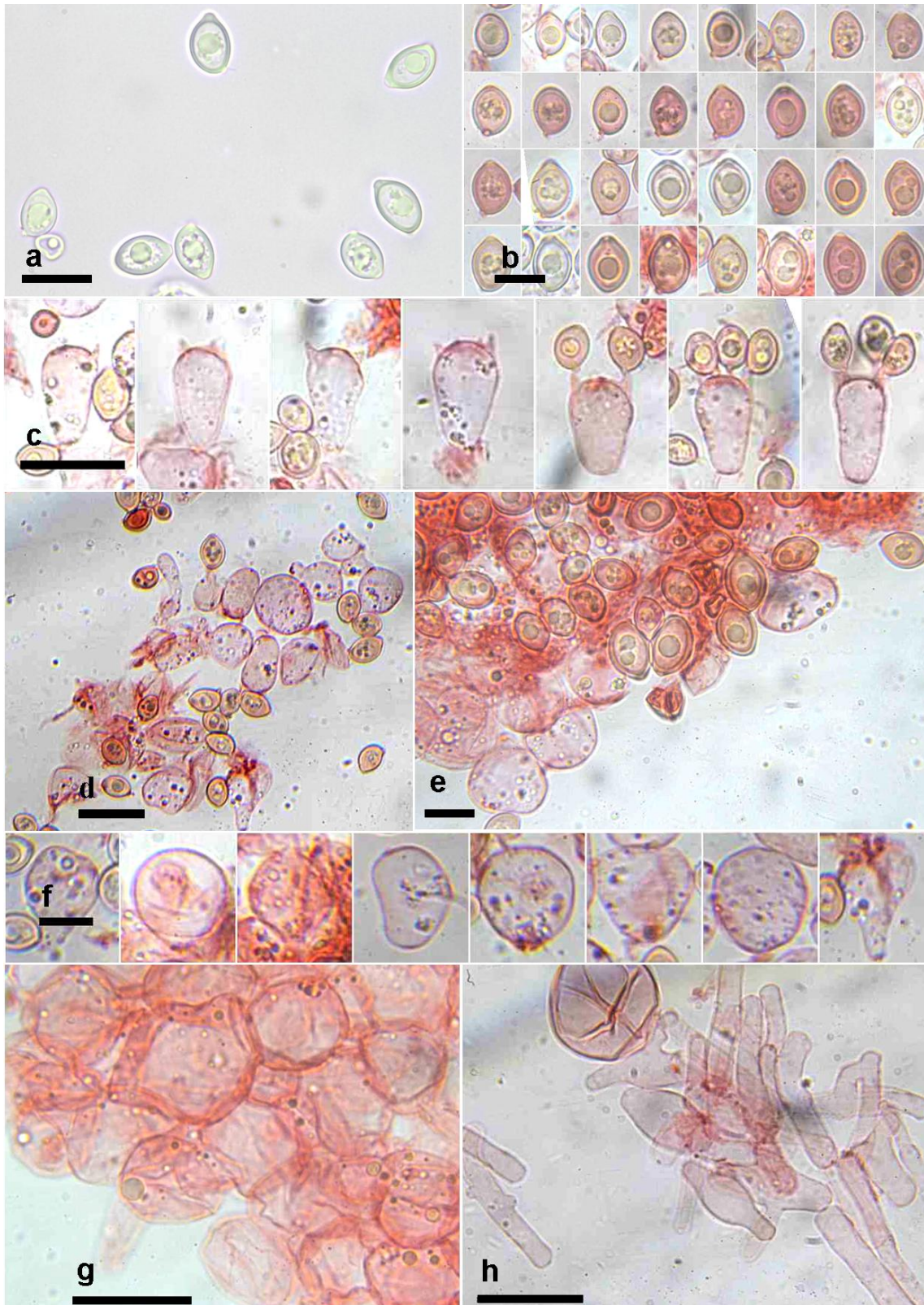


FIGURA 2. Caracteres microscópicos. a, b. Esporas. c. Basidios. d, e, f. Pseudoparásisis. g. Pileipellis, elementos terminales. h. Hifas pileipellis. Escala: 10 μm = a, b, e. 20 μm = c, d, g, h. Medio de montaje: H₂O = a. Rojo congo = b, c, d, e, f, g, h.

En regiones más templadas parece que este taxón crece como especie introducida, en invernaderos, jardines o macetas, donde encuentra un hábitat adecuado para desarrollarse, y de manera muy esporádica ha conseguido colonizar hábitats silvestres. En Europa esta especie es extremadamente infrecuente. BON (1993) la describe como una especie de ambientes antropizados, creciendo en macetas en el interior de viviendas o viveros. Para CANDUSSO (1990) "se trata de una especie muy rara en nuestras regiones y quizás aún no citada en Europa. Puede ser encontrada en los invernaderos de los jardines botánicos". Posteriormente CITTADINI (2006) hace referencia a una colección silvestre que crecía en bosque mixto de *Quercus ilex* y *Pinus pinea*, en Castell Fusano, Lacio (Italia).

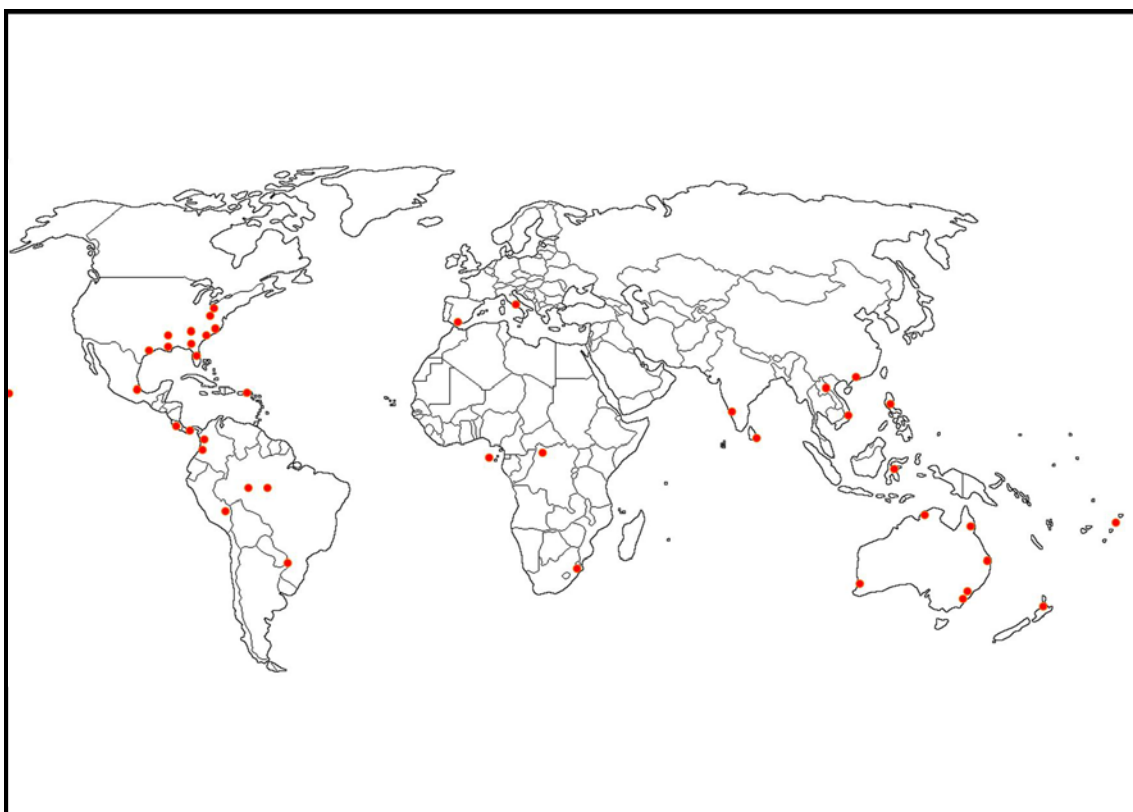


FIGURA 3. Distribución mundial aproximada de *Leucocoprinus fragilissimus*.

Probablemente las especiales condiciones climáticas que se dan en el área geográfica donde se ha recolectado los basidiomas de *L. fragilissimus* estudiadas han posibilitado la fructificación de esta especie. La comarca del Campo de Gibraltar (Cádiz) se sitúa en el extremo sur de la Península Ibérica y gran parte del territorio se encuentra protegido dentro del Parque Natural de los Alcornocales. La zona suroeste de la comarca tiene un clima mediterráneo subtropical, donde la temperatura media anual se encuentra entre 15-20 °C, no existiendo importantes fluctuaciones entre las temperaturas registradas en verano e invierno, superándose índices de pluviometría anuales de 1.000 mm.

La primera colección (BLF20171022-1) fructificaba en una acumulación de humus en el hueco de un tronco de *Alnus glutinosa*, en un típico "canuto" (bosque de galería) donde a la humedad proveniente del arroyo se suma la derivada de la alta

pluviometría y las abundantes nieblas frecuentes en la zona, posibilitando la aparición de un “bosque de niebla”, bosque en el que estas especiales condiciones climáticas de temperaturas suaves y alta humedad posibilitan la presencia de numerosas especies representativas de la laurisiva similares a la de otras latitudes, con especies arbóreas ripícolas (*Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*) y arbustos de hoja perenne y ancha tipo lauroide (*Rhododendron ponticum*, *Laurus nobilis*, *Frangula alnus*) junto con otras propias de la vegetación típica mediterránea en estratos freáticos superiores (*Quercus canariensis*, *Quercus suber*, *Ilex aquifolium*) (Fig.4).

La segunda colección (JACUSSTA8100) proviene de otro bosque ripario, en una zona con poca pendiente donde el arroyo se remansa e inunda una ancha franja de terreno, que permanece muy húmedo y encharcado durante todo el año, favoreciendo la presencia de *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia* y *Salix sp.*, con *Quercus canariensis* y *Quercus suber* en el estrato freático superior (Fig.5).



FIGURA 4. Arroyo de Valdeinfierno.



FIGURA 5. Dehesa El Chapatal.

ANÁLISIS FILOGENÉTICO

El análisis filogenético se ha basado en la región ITS (rDNA), obteniéndose las secuencias en Genbank (Fig.6) salvo la correspondiente a *Leucocoprinus fragilissimus* – Cádiz, cuya extracción se ha realizado a partir de *exiccata* (BLF20171022-1). La amplificación por PCR se realizó empleando una modificación del protocolo de MURRAY & THOMPSON (1980), utilizándose los primers ITS1F e ITS4 (WHITE *et al.* 1990, GARDES & BRUNS 1993) para la región ITS. La secuencia obtenida fue comparada con el cromatograma original para detectar y corregir posibles errores de lectura.

Especie	Origen	GenBank
<i>L. cretaceus</i>	Kenya	KT273362
<i>L. cretaceus</i>	Pakistan	KM350688
<i>L. brebissonii</i>	France	AF482859
<i>L. lilacinogranulosus</i>	China	KM083044
<i>L. ianthinus</i>	Korea	KX372546
<i>L. fragilissimus</i>	Panama	AF079738
<i>L. fragilissimus</i>	China	LT716029
<i>L. fragilissimus</i>	Australia	KP013004
<i>L. fragilissimus</i>	Costa Rica	U85324
<i>L. fragilissimus</i>	España	MG881211
<i>L. straminellus</i>	Netherlands	AF482870
<i>L. birnbaumii</i>	United Kingdom	U85323
<i>L. birnbaumii</i>	Pakistan	KJ717764
<i>Lepiota castanea</i>	China	EU416282

FIGURA 6. Secuencias utilizadas para los análisis filogenéticos

El ajuste de las secuencias se ha llevado a cabo con BioEdit v. 7.0 (HALL, 2005) y el alineamiento con Mafft v. 7 (KATO, K. *et al.* 2013). El análisis de Inferencia Bayesiana (BI) se ha realizado con MrBayes 3.2 (RONQUIST, F. *et al.* 2012) con el modelo evolutivo GTR+G calculado con Jmodeltest v.2.1.3 (DARRIBA *et al.* 2012) usando Akaike Information Criterio (AIC). Se han hecho correr dos análisis con cuatro Cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC) con 4M gen descartándose un 25% inicial de los árboles. La convergencia de los parámetros fue posteriormente comprobada con Tracer v. 1.5 (RAMBAUT & DRUMMOND, 2013).

Se ha realizado también un segundo análisis de Máxima Verosimilitud (ML) con RaxML (STAMATAKIS, 2006) implementado en RaxmlGUI v 1.3 (SILVESTRO & MICHALAK, 2012) aplicando el modelo evolutivo GTRGAMMA y 1000 réplicas de bootstrap con el algoritmo ML+ through bootstrap. Los árboles resultantes se han visualizado con FigTree 1.4.0 (RAMBAUT, 2013). (Fig.7).

Ambos análisis, bayesiano y ML, han mostrado topologías coincidentes integrándose *L. fragilissimus*-Cádiz en el clado *fragilissimus* con el máximo valor de probabilidad (1/100) y dentro de él, se empareja en un subclado con la secuencia de Costa Rica (U85324). El resto de las secuencias de la especie se agrupan en el otro subclado: Panamá (AF079738) con China (LT617029) y Australia (KP013004).

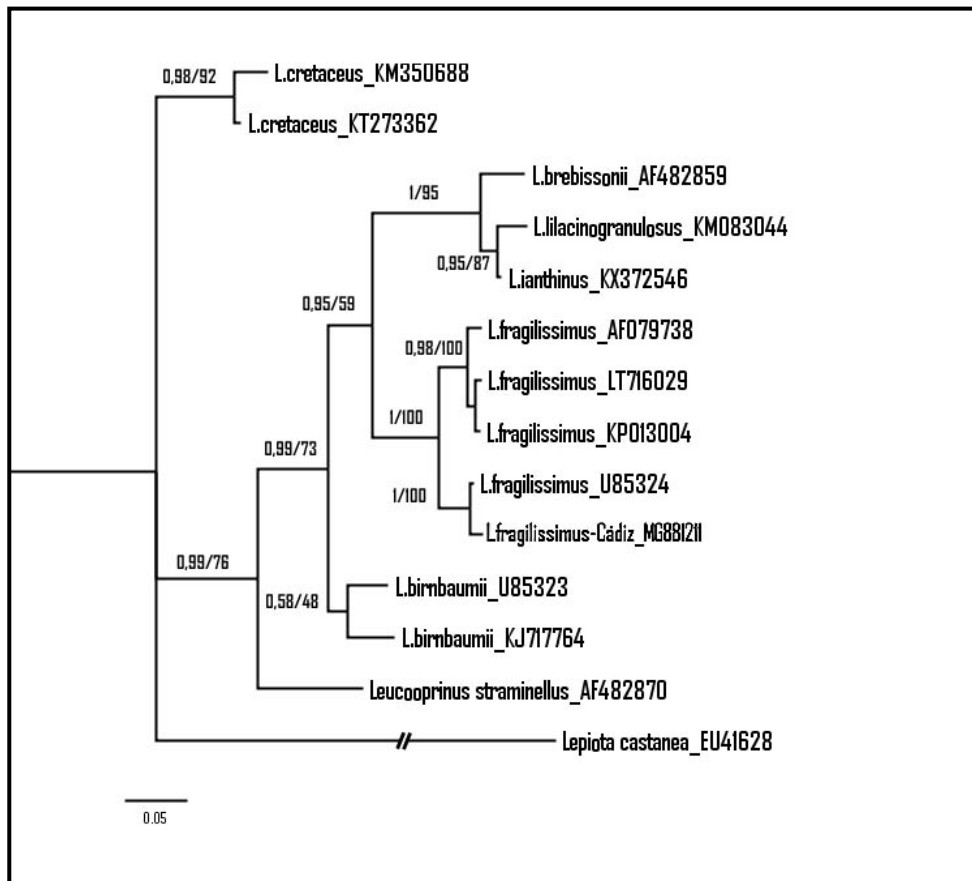


FIGURA 7. Árbol bayesiano mostrando los valores de probabilidad posterior bayesiana (PP-BI) y de bootstrap (ML-bs) respectivamente en las ramas. Se han considerado significativos valores PP-BI $\geq 95\%$ y ML-bs $\geq 70\%$.

OBSERVACIONES

Leucocoprinus fragilissimus se enclava dentro de la sección *Leucocoprinus* Pat., que incluye taxones con basidiomas coprinoides, frágiles, estriados, más o menos recubiertos de floccosidad proveniente del velo general, y esporas grandes a menudo con poro germinativo bien desarrollado.

Una detenida observación macroscópica podría ser suficiente para una correcta determinación de esta especie. No siempre se puede llevar a cabo un completo estudio microscópico, porque el delicado porte de sus basidiomas y su precoz delicuescencia hacen difícil encontrar ejemplares suficientemente íntegros para ello. Por ejemplo, en pocos trabajos hemos encontrado descrita o iconografiada una morfología completa de los elementos himeniales y de la estructura celular de su cutícula y de su trama laminar. A veces ni siquiera se describen los basidios. KUO (2015) comenta que “el píleo comienza a disolverse y colapsar a las pocas horas de expandirse”.

Macroscópicamente, por la extremada delicadeza de sus basidiomas, esta especie se asemeja mucho a algunos pequeños *Coprinus* como *C. plicatilis* (Curt.: Fr.) Fr. Sin embargo *Leucocoprinus fragilissimus* presenta un característico color amarillo en estadios iniciales, que se mantiene en ejemplares maduros en el centro y los radios del píleo. El color amarillo lo comparte con *L. birnbaumii* (Corda) Singer que tiene basidiomas mucho más carnosos y de consistencia más resistente, plicados sólo cerca del margen en la madurez, y esporas de menor tamaño (8-11 x 6-7 μm). Otra especie amarilla es *L. sulphurellus* Pegler., también con basidiomas más carnosos, que presenta el margen del píleo no plicado, y pleurocistidios y esporas de menor tamaño. Hay descrito otro taxón amarillo, *L. magnusianus* (Henn. in Rabenh.) Singer, del que apenas se tiene información, que BON (1993) lo describe con píleo de colores amarillos en el disco y blanco en el resto, más o menos ocráceo con la edad, estípite relativamente corto (2-4 x 0,2-0,3 cm) de color blanquecino con base rosada y anillo membranoso inferior blanquecino, y esporas de 7-10 x 5-8 μm .

De los caracteres microscópicos de *L. fragilissimus* destacan sus esporas de pared gruesa con poro germinativo desarrollado y los elementos isodiamétricos más o menos globosos de la capa cortical de la cutícula. No se han descrito pleurocistidios y rara vez se describen queilocistidios en la bibliografía consultada. BON (1993) deja como interrogante la ausencia de queilocistidios. KUO (2015) habla de queilocistidios clavados de colapsamiento temprano. DEREK (1993) los describe como “muy escasos, de paredes delgadas, hialinos, con base hinchada de 12 - 13 μm de ancho y un cuello corto de 25 -35 μm de longitud, terminando en un ápice romo de 4,0 – 6,5 μm de ancho”. Para SMITH & WEBER (1982) los queilocistidios son de 13-25(-36) x 9-11,5(-20) μm .

Las esporas que hemos observado son algo mayores que las descritas en la bibliografía por BON (1993) 9-11 x 6,5-7,5 μm , ROTHER & SILVEIRA (2009) 10-11,5 (-14) x (5-)6-7 μm y KUO (2015) 9-12 x 7-8 μm , y más cercanas a las dadas por SMITH & WEBER (1982) 9-12,7 x 6,5-10 μm y DEREK (1993) 10,5 - 13 x 5,2 - 8 μm .

Las pseudoparáfisis de *L. fragilissimus* apenas han sido tampoco iconografiadas. Hemos encontrados referencias (CANDUSSO, 1990) de estructuras morfológicamente similares en otras especies, como *Leucocoprinus brebissonii* (Godey) Locq. y *L. birnbaumii*.

En España no hemos encontrado otras citas anteriores de *Leucocoprinus fragilissimus*. Sin embargo queremos mencionar que BLANCO-DIOS (2003) en su diagnóstico de *Leucocoprinus castroi* Blanco-Dios, basada en el estudio de colecciones de ejemplares que prosperaban en pinares de áreas litorales o sublitorales de Galicia (noroeste de la Península Ibérica), describe una morfología de los basidiomas y unas características microscópicas muy similares a las de *L. fragilissimus*. Además, ARNEDO (2016) refiere una recolección de un basidioma en “el borde de un camino en un robledal”, cuya foto es compatible *de visu* con *L. fragilissimus*.

AGRADECIMIENTOS

A Alain Henriot por el desarrollo y las constantes mejoras del programa Piximetre. A la Asociación Botánica y Micológica de Jaén, por su aportación del microscopio, lupa triocular y cámara fotográfica que se han utilizado para este trabajo. Al foro micológico Micolist (<http://www.grn.es/amjc/ESP/micolist.htm>), especialmente a Guillermo Muñoz. A la Asociación Micológica Hispalense Muscaria. A la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y a la Dirección del Parque Natural de Los Alcornocales por permitir y facilitar el acceso a los espacios protegidos del Campo de Gibraltar y la recolección de hongos en ellos.

BIBLIOGRAFÍA

ARNEDO, J.J. (2016). <https://www.fungipedia.org/setas-informacion-y-consultas/4-consultas-de-micologia/68875-una-muy-rara-leucocoprinus-fragilissimus.html>

ARRILLAGA, P. & X. LASKIBAR (2002). Hallazgo de una rara especie del género *Leucocoprinus* en el País Vasco. *Munibe (Ciencias Naturales)*, 53: 253-256.

ATLAS OF LIVING AUSTRALIA. Consultado 10/01/2018
<https://bie.ala.org.au/species/4788396d-8ba8-4e77-a2ff-21e382f105c3>

BLANCO-DIOS, J.B. (2003). Estudios sobre el género *Leucocoprinus* Pat. en la Península Ibérica (II). *Leucocoprinus castroi* sp.nov. *Revista Catalana de Micología*, vol.25: 41-47.

- BON, M. (1993). Flore Mycologique d'Europe. Vol. 3. Les Lepiotes. *Documents Mycologiques* 3: 113.
- CANDUSSO, M. & G. LANZONI (1990). *Lepiota*, s.l. Fungi Europei. Edizioni Candusso vol.4: 458-504.
- CITTADINI, M. (2006). <https://www.funghiitaliani.it/topic/33052-leucocoprinus-fragilissimus/>
- DARRIBA, D., G.L.TABOADA, R. DOALLO, D. POSADA (2012). jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9(8), 772.
- DEREK, A. & A. EICKER (1993). South African fungi.2. Some species of *Leucoagaricus* and *Leucocoprinus*. *J. S..Afr. Bot.* 59 (1): 85-97.
- GARDES, M & T.D. BRUNS (1993). ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes-application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, 2:113-118.
- HALL, T.A. (1999). BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucl. Acids Symp. Ser.* 41: 95-98.
- KATO, K. & D. STANDLEY (2013). Multiple Sequence Alignment Software Version 7: Improvements in Performance and Usability. *Molecular Biology and Evolution*. Apr. 30(4): 772–780.
- KUMAR, T.K.A. & P. MANIMOHAN (2009). The genera *Leucoagaricus* and *Leucocoprinus* (*Agaricales*, *Basidiomycota*) in Kerala State, India. *Micotaxon* Vol.108,: 385-428.
- KUO, M. (2015, May) *Leucocoprinus fragilissimus*. Retrieved from Mushroom Expert.Com. Web Site:
http://www.mushroomexpert.com/leucocoprinus_fragilissimus.html
- MURRAY, M.G. & W.F.THOMPSON (1980). Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Research* 8 (19):4321-4325.
- NASCIMENTO, C.C. & M.H. ALVES (2014). New records of *Agaricaceae* (*Basidiomycota*, *Agaricales*) from Araripe National Forest, Ceará State, Brazil. *Mycosphere* 5 (2):319-332.
- NIVEIRO, N, O.POPOFF & E. ALBERTÓ (2012). Presence of *Leucocoprinus cretaceus* and *L. fragilissimus* in Argentina. *Micotaxon*. Vol 121, pp:265-273.
<http://dx.doi.org/10.5248/121.265>
- RAMBAUT, A. (2013). FigTree, version 1.4. <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/> (accessed: 1 Oct 2012).
- RAMBAUT, A. & A.J.DRUMMOND (2013). Tracer, version 1.5.
<http://www.tree.bio.ed.ac.uk/software/tracer/> (accessed: 1 Nov 2012).

- RONQUIST, F., M. TESLENKO, P. VAN DER MARK, L.D. AYRES, A. DARLING, HÖHNA, S., LARGET, B., LIU, L., SUCHARD & M.A., J.P.HUELSENBECK (2012). MrBayes 3.2: Efficient Bayesian Phylogenetic Inference and Model Choice Across a Large Model Space. *Systematic Biology*, Vol. 61, Issue 3: 539–542.
- ROTHER M. S. & R.M. B. SILVEIRA (2009). *Leucocoprinus Pat.* (Agaricaceae, Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapua, Viamao, RS, Brasil. *Acta bot. bras.* 23 (3): 720-728.
- RUBIO, L. "Leucocoprinus ". *Asturnatura.com* [en línea]. [consultado el: 8/02/2018]. Disponible en <https://www.asturnatura.com/genero/leucocoprinus.html>
- SILVESTRO, D.& I. MICHALAK (2012). RaxmlGUI: a graphical front-end for RAxML. *Organisms Diversity and Evolution* 12: 335-337. DOI:10.1007/s13127-011-00560.
- SMITH H.V & N.S.WEBER (1982). Select species of *Leucocoprinus* from southeastern United States. *Contr. Univ. Michigan Herb.* 15: 297-309.
- STAMATAKIS, A. (2006). RaxML-VI-HPC: maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models. *Bioinformatics*, Volume 22, Issue 21, Pages 2688–2690, <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btl446>.
- VELLINGA, E.C. (2001). *Leucocoprinus Pat.* (In:) M.E. Noordelos, T.W Kuyper, E.C. Vellinga (eds). *Flora Agaricina Neerlandica. Critical monographs on families of agarics and boleti occurring in the Netherlands.* 5. pp.76-84. Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- VELLINGA, E.C. (2004) Genera in the family *Agaricaceae*. Evidence from nrITS and nrLSU sequences. *Mycol. Res.* 108: 354-377.
- VELLINGA, E.C. & R. M. DAVIS (2006). Lepiotaceous fungi in California, U.S.A.-1. *Leucoagaricus amanitoides sp. nov.* *Mycotaxon* vol.98: 197-204.
- WHITE, T.J., T.D.BRUNS, S. LEE, J.W.TAYLOR (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis
- WILSON, N.& J. HOLLINGER. (2006) present. Mushroomobserver.org. http://mushroomobserver.org/observer/observation_search?page=4&pattern=leucocoprinus+fragilissimus