

INOCYBE BUFONIA (INOCYBACEAE), UNA RARA ESPECIE BOREAL ENCONTRADA EN EL PARQUE NACIONAL DE LA SIERRA DE GUADARRAMA (MADRID)

F. ESTEVE-RAVENTÓS ¹, F. PANCORBO ², G. MORENO ¹ & P. ALVARADO ³

¹ Departamento de Ciencias de la Vida (Botánica), Universidad de Alcalá,
28805 Alcalá de Henares, Madrid

fernando.esteve@uah.es; gabriel.moreno@uah.es

² Pintores del Paular 25, 28740 Rascafría, Madrid
fpmaza@gmail.com

³ ALVALAB, La Rochela 47, 39012 Santander, Cantabria
pablo.alvarado@gmail.com

Summary. ESTEVE-RAVENTÓS, F., F. PANCORBO, G. MORENO & P. ALVARADO (2015). *Inocybe bufonia* (*Inocybaceae*), a rare boreal species found in Sierra de Guadarrama National Park (Madrid). *Bol. Soc. Micol. Madrid* 39: 51-62.

In this contribution, we present *Inocybe bufonia* with a complete description and iconography; it is a boreal species, recently found in the banks of the small brooks that flow down the mountain slopes every summertime, and probably bound to *Betula* and/or *Salix*. A phylogram demonstrates the phylogenetical placement and correspondence of our samples, and taxonomically related species like *I. proximella* and *I. giacomii* are discussed; these last species can be found in similar localities, but are probably bound to conifers, in less humid soils.

Key words: Systematics, Phylogeny, Agaricales, *Inocybe proximella*, protected areas.

Resumen. ESTEVE-RAVENTÓS, F., F. PANCORBO, G. MORENO & P. ALVARADO (2015). *Inocybe bufonia* (*Inocybaceae*), una rara especie boreal encontrada en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama (Madrid). *Bol. Soc. Micol. Madrid* 39: 51-62.

Se realiza una completa descripción y se aporta amplia iconografía macro y microscópica de *Inocybe bufonia*; se trata de una especie de ámbito boreal, encontrada recientemente de modo regular en los regueros procedentes del deshielo estival en el Parque Nacional de la Sierra del Guadarrama, en habitats hiperhúmedos, probablemente en relación con abedules y sauces. Se aporta un filograma que demuestra el encuadre filogenético y correspondencia de nuestras muestras, y se discuten sus relaciones taxonómicas con otras especies próximas como *I. proximella* e *I. giacomii*, también relativamente frecuentes en las misma épocas y localidades, pero que establecen asociación con coníferas en suelos menos húmedos.

Palabras clave: Sistemática, Filogenia, Agaricales, *Inocybe proximella*, espacios protegidos.

En recuerdo de nuestro entrañable amigo y micólogo Antonio Ortega

INTRODUCCIÓN

En el Parque Nacional de la Sierra del Guadarrama es frecuente encontrar pequeñas áreas higroturbosas que permanecen con un alto grado de humedad incluso durante el periodo estival. Estas comunidades agrupan en su entorno una vegetación típicamente higrófila: esfagnos, sauces (*Salix atrocinerea*), abedules (*Betula alba*), brezo (*Erica arborea*), además de la vegetación predominante de *Pinus sylvestris* y *Quercus pyrenaica*, (Centro de Gestión e Investigación Puente del Perdón, 2008), en la que se desarrolla un cortejo fúngico ampliamente diverso tanto de ascomicetos como de basidiomicetos, siendo especialmente prolífico en especies del género *Inocybe*, como por ejemplo: *I. agardhii* (N. Lund) P.D. Orton, *I. calamistrata* (Fr.) Gillet, *I. lanuginosa* (Bull.) P. Kumm., *I. stellatospora* (Peck) Masee, *I. jacobi* Kühner, *I. curvipes* P. Karst., *I. praetervisa* Quél., *I. xanthomelas* Boursier & Kühner e *I. squarrosa* Rea.

Los bosques de abedul a menudo mezclados con el pino albar, que recorren los taludes y zonas húmedas próximas a los cursos y regueros de agua de las vertientes guadarrámicas, parecen albergar numerosas especies fúngicas de ámbito boreal, que posiblemente encuentran en estas localizaciones pequeños reductos o “islotas” de supervivencia, especialmente aquellas que establecen relaciones micorrizógenas con estos árboles.

En esta contribución presentamos el hallazgo de *Inocybe bufonia* Kokkonen & Vauras en estos ambientes altamente húmedos; se trata de una especie que ha sido descrita muy recientemente por KOKKONEN & VAURAS (2012) sobre la base de varias colecciones procedentes de Europa (Finlandia) y Norteamérica (Canadá).

Originalmente relacionamos las colecciones con *Inocybe proximella* P. Karst. (= *I. striata* Bres.; *I. acuta* Boud. *sensu* Kühner), otra especie muy semejante que también frecuenta los pinares montanos del Sistema Central (y que fue ya citada previamente por ESTEVE-RAVENTÓS & *al.*, 1987 como *Inocybe acuta s. lato*); ambas especies se encuadran en la sección *Cortinatae* Kühner & Boursier (BON, 1998), y comparten

caracteres diagnósticos como el pileo provisto de un mamelón prominente, las esporas de contorno noduloso y la presencia de una cortina durante el desarrollo de los ejemplares. Tanto los estudios morfológicos como los genéticos que se exponen más adelante, confirman la correspondencia de estas tres colecciones con *I. bufonia*, y que las diferencias entre ambas especies no son solamente de índole genética, sino también morfológicas y ecológicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras estudiadas proceden de dos localidades diferentes de la vertiente sur de la Sierra de Guadarrama (Madrid), y han sido depositadas en AH (Herbario de la Universidad de Alcalá de Henares), quedando un duplicado de las mismas en el herbario particular de uno de nosotros (FP); asimismo, hemos estudiado varias colecciones autenticadas y enviadas por Jukka Vauras (TUR-A, Herbarium Abo Akademi, Turku, Finlandia), tanto de *I. bufonia* como de *I. proximella*, así como material tipo de *Inocybe striata* determinado por G. Bresadola (TR, Erbario Museo delle Science, Trento, Italia) y de *I. proximella*, determinado por P. Karsten (H, Herbarium University of Helsinki, Finlandia).

El estudio morfológico de las muestras ha sido el habitual para este grupo de hongos; la microscopía fue llevada a cabo con un microscopio Motic BA200 equipado con una cámara Nikon D40x o D90 controlada remotamente a través del programa Camera Control Pro 2.8.0 de Nikon. Las imágenes al microscopio electrónico de barrido (MEB) se han realizado en un microscopio Zeiss DSM-950. La descripción de la ornamentación esporal al MEB se ha realizado después de aplicar la técnica del punto crítico descrita en MORENO & OLTRA (2010).

Las mediciones de las distintas estructuras microscópicas se realizaron a través de fotografías calibradas con el programa Piximètre (<http://ach.log.free.fr/Piximetre/>), tanto para la extracción de datos como para su explotación en forma de fórmula dimensional en su formato “classique” (HENRIOT, 2014) o en formato gráfico. Se han medido un total de 158 esporas

INOCYBE BUFONIA (*INOCYBACEAE*), UNA RARA ESPECIE BOREAL ENCONTRADA EN EL PARQUE NACIONAL DE LA SIERRA DE GUADARRAMA (MADRID)



Fig. 1 *Inocybe bufonia*: a. Basidiomas de la colección AH 44464, b. Detalle del pileo, c. Basidiomas de AH 44466, d. Basidiomas de AH 44465.

correspondientes a tres colecciones: AH 44464 (62), AH 44465 (55), AH 44466 (41).

Los colores de los basidiomas se han anotado según los códigos de MUNSSELL® (1994). La terminología en la parte descriptiva sigue a KUYPER (1986) y VELLINGA (1988). Las siglas de herbario son las que aparecen en

HOLMGREM & *al.* (1990). Para la determinación de las muestras se ha utilizado la bibliografía especializada referida a monografías o estudios de grupos o secciones o claves de este género, tales como i.e. HEIM (1931), KAUFFMAN (1924), ALESSIO & REBAUDENGO (1980), KUYPER (1986), NISHIDA (1989), STANGL (1989), BON

(1998), KOBAYASHI (2002), ZITZMANN (2002), FERRARI (2006, 2010), LARSSON & *al.* (2009), KROPP & *al.* (2010), MALENÇON & BERTAULT (1970), JACOBSSON & LARSSON (2012), KOKKONEN & VAURAS (2012) y OUTEN & CULLINGTON (2012).

Los métodos de extracción, amplificación y análisis filogenético de las muestras estudiadas fueron similares a los procedimientos anteriormente usados por los autores (ALVARADO & *al.* 2010; ESTEVE-RAVENTÓS & *al.* 2015). Se obtuvieron secuencias ITS con los primers universales ITS1F e ITS4 (GARDES & BRUNS 1993; WHITE & *al.* 1990), y éstas fueron alineadas con las más próximas en las bases de datos públicas, producidas principalmente por KOKKONEN & VAURAS (2012), BERBEE & *al.* (unp.), y RYBERG & *al.* (2008). El análisis filogenético consistió en un análisis bayesiano y de máxima verosimilitud, llevados a cabo según la metodología ya referida.

RESULTADOS

Inocybe bufonia Kokkonen & Vauras, Mycol. Progress 11: 312 (2012). Figs. 1-3

Material estudiado: ESPAÑA: MADRID: Rascafría, Silla de Malabarba, 30TVL231211, 1418 m, en el margen de un riachuelo, en una zona de turbera junto a *Betula alba* y *Salix atrocinerea*, en el ámbito del pinar (*Pinus sylvestris*), 7-VII-2007, *leg.* F. Pancorbo, AH 44464 (duplo en FP07070703); *Ibidem*, 21-VII-2007, AH 44465 (duplo en FP07072102); Rascafría, El Brezal, 30TVL233236, 1270 m en similar hábitat que las colecciones anteriores, 10-VIII-2010, *leg.* F. Pancorbo, AH 44466 (duplo en FP10081006). FINLANDIA: Itkonpuro Nature Reserve, Paltamo commune, Kainuu, en las proximidades de un riachuelo, en un bosque de *Picea abies*, *Betula* y *Alnus incana*, 25-VIII-2011, *leg./det.* K. Kokkonen & J. Vauras, (TUR-A) JV 28371F, duplo en AH 44565.

Otras colecciones estudiadas: ***Inocybe proximella*** P. Karst.: FINLANDIA: Syrjõ, 16-VIII-1881, *leg./det.* P.A. Karsten, (H) Herb. Karsten n° 893 (*Holotypus*). Tammela: Mustiala, 20-VII-1895, *leg./det.* P.A. Karsten, (H) Herb. Karsten n° 896. Mustiala, Tammela, Syrjõharju, near and south of Toivonsilta, in *Picea abies* forest, 19-IX-2007,

leg./det. J. Vauras, (TUR-A) JV 25490 (misma localidad que el holotipo, locotipo), duplo en AH 44551. Sompion Lappi, Pelkosenniemi commune, Suvanto, Niskaajan lehto, en bosque mixto de *Picea abies* y *Betula*, 28-VIII-2008, *leg./det.* J. Vauras, (TUR-A) JV 26381, duplo en AH 44547. ANDORRA: Bordas de Ransol, bajo *Pinus uncinata*, 15-X-2002, *leg.* F. Esteve-Raventós & J. Girbal, AH 30813. Prats, 31TCH8413, bajo *Pinus uncinata*, 17-X-2002, *leg.* F. Esteve-Raventós & I. Olariaga, AH 30714. ESPAÑA: GERONA: Campelles, en bosque de *Pinus sylvestris* y *Abies alba*, VI-1999, *leg.* M. Tabarés, AH 25134. HUESCA: Plan, Collado de Sahún, en bosque de *Pinus uncinata* y *Abies alba*, 20-VIII-1997, *leg.* F. Esteve-Raventós, V. Gonzáles, M. Villarreal & F. Arenal, AH 30666. MADRID: Cercedilla, Pradera de las Cortes, en bosque de *Pinus sylvestris*, 11-VI-1989, *leg.* J.M. Barrasa, AH 26820. *Idem*, AH 40361. El Paular, Mirador de los Robledos, en bosque de *Pinus sylvestris*, 26-VI-1992, *leg.* F. Esteve-Raventós & M. Heykoop, AH 24996. SEGOVIA: San Rafael, en humus de bosque de *Pinus sylvestris*, 29-V-1985, *leg.* G. Moreno & F. Esteve-Raventós, AH 9294. *Idem*, AH 9295. *Idem*, AH 9296. Valsaín, en bosque de *Pinus sylvestris*, 25-V-2002, *leg.* J.C. Campos, AH 29849. *Idem*, AH 29850. ***Inocybe striata*** Bres.: ITALIA: Varena, “in selva abiegna”, 27-VIII-1925, *leg.* G. Bresadola, (TR) Herb. Bresadola n° 310 (*Holotypus*); *idem*, (TR) Herb. Bresadola n° 312 (*Paratypus*).

Píleo de 15-30 mm diám., 6-12 mm altura, inicialmente cónico-campanulado a cónico-convexo, posteriormente se expande hasta convexo o plano-convexo, en ocasiones deprimido en el centro en ejemplares adultos, provisto de un mamelón abrupto y más o menos cónico en ejemplares jóvenes, también abrupto y bien diferenciado en los ejemplares adultos; margen inflexo, luego ondulado, más tarde sinuoso o irregular, en ocasiones hendido radialmente, no o apenas higrófono, decorado con fibrillas aplicadas y persistentes del velo cortiniforme a modo de “faldilla” uniforme o con mechaz claramente visibles al expandir el píleo; de color pardo a pardo-achocolatado, a menudo más pronunciado en la zona discal y en el mamelón (Mu 7.5YR 3/1-4 –en el disco–, 7.5YR 4/3-6 –en la periferia–); cutícula de aspecto fibroso, con fibrillas radiales bien contrastadas sobre un fondo ligeramente más pálido, margen con aspecto rimoso o subrimoso, especialmente en los ejemplares adultos, en

INOCYBE BUFONIA (*INOCYBACEAE*), UNA RARA ESPECIE BOREAL ENCONTRADA EN EL PARQUE NACIONAL DE LA SIERRA DE GUADARRAMA (MADRID)

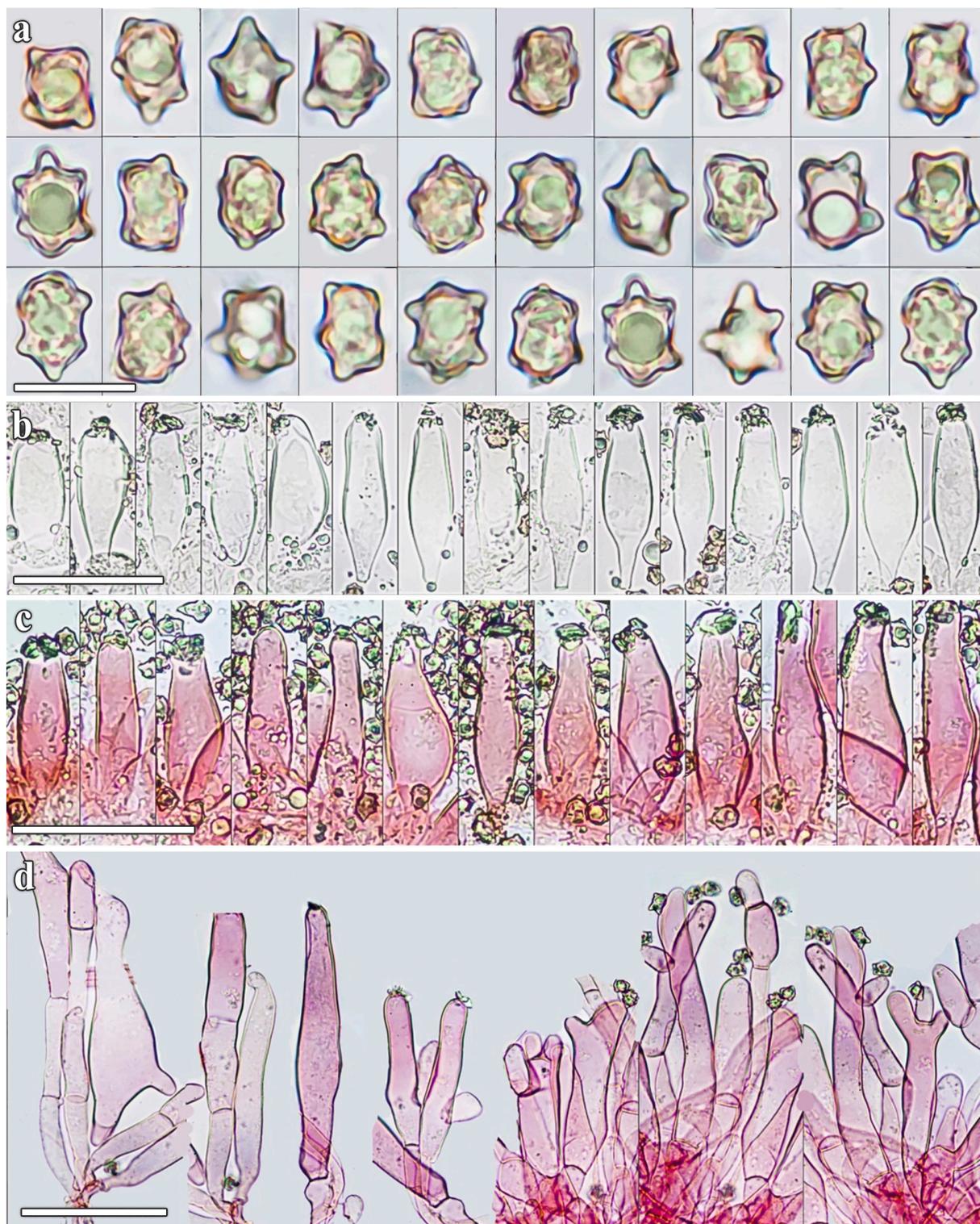


Fig. 2. *Inocybe bufonia* AH 44464: a. Esporas, b. Pleurocistidios, c. Queilocistidios, d. Caulocistidios y terminaciones (“pelos”) hifales del ápice del estípite. Escalas: a = 10 µm, b-d = 50 µm.

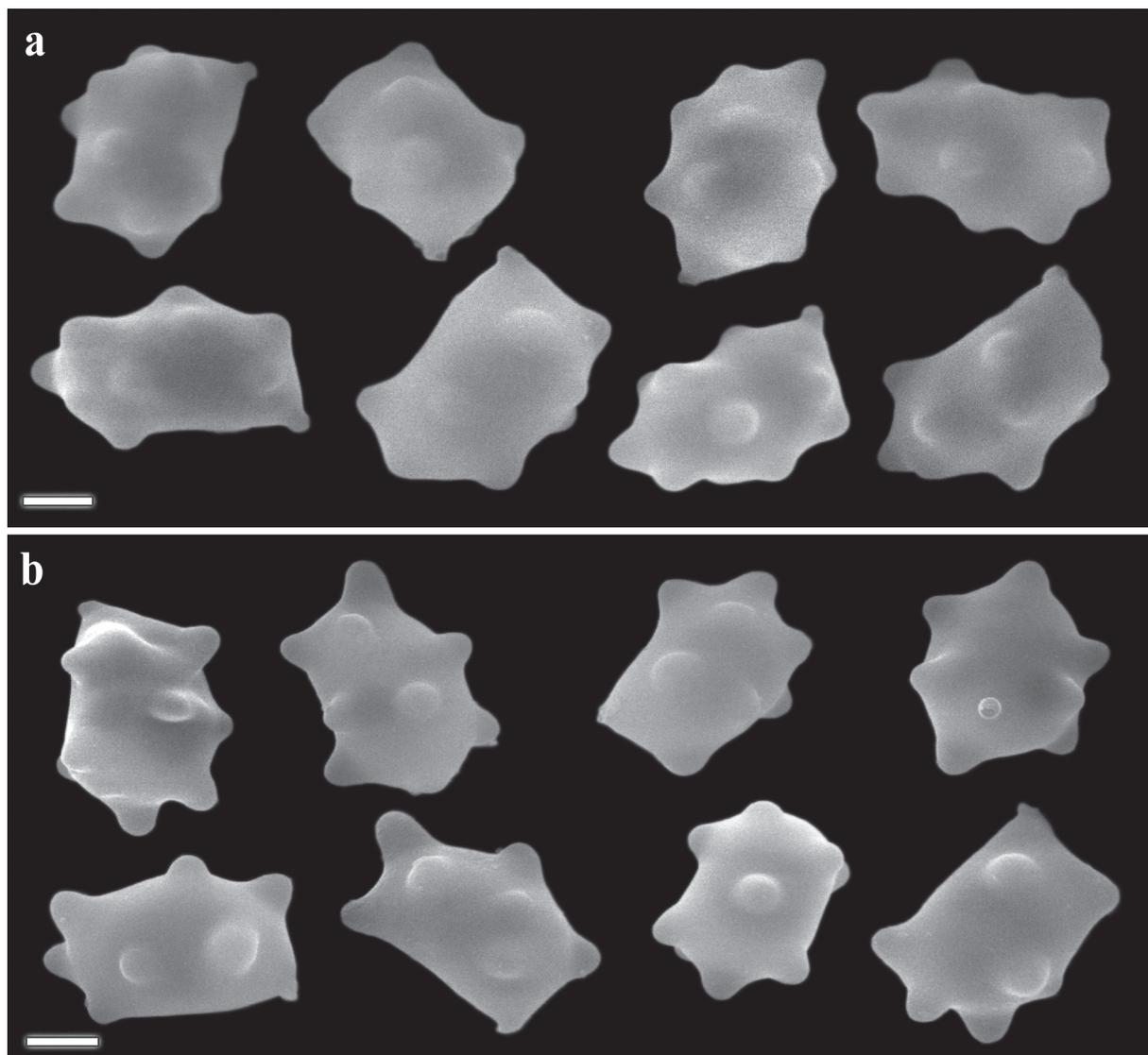


Fig. 3. *Inocybe bufonia*: a. Esporas al M.E.B., locótipo (TUR-A) JV 28371F, duplo en AH 44565, b. Esporas al M.E.B., AH 44466. Escalas = 2 µm.

algunos ejemplares con fibrillas ligeramente entrelazadas y aplicadas que le confieren un cierto aspecto “virgado” o “atrigrado”; velo cortiniforme abundante y persistente en el margen del píleo, en ocasiones a modo de fina “tela de araña” sobre la superficie del píleo, evanescente con el desarrollo en la zona discal. Láminas medianamente apretadas ($L=30-38$; $l=1-3$), algo ventrudas en la juventud, casi libres o ligeramente adnatas; de color inicial grisáceo o crema, luego beige,

finalmente pardo-ocráceo; arista algo más pálida o de casi el mismo color que las caras, prácticamente entera o apenas crenulada. Estípite de $30-55 \times 2-7$ mm., en ocasiones casi cilíndrico, pero a menudo progresivamente ensanchado hacia la base, no bulboso, sólido; color desde joven crema hasta beige ocráceo hasta pardusco ocráceo (Mu 7.5YR 8/1-3, 7/3-4), más acentuado hacia la base, especialmente con la edad (Mu 7.5YR 6/3-4); superficie de apariencia fina y densamente fibri-

llosa en toda su longitud, formada por fibrillas (como las del margen del píleo) de color crema blanquecino, más o menos fugaces, en ocasiones dispuestas de modo estriado en sentido longitudinal. Carne firme, blanquecina o de igual color que la superficie en el estípite; olor débil, con un reflejo algo desagradable o rancio.

Basidiósporas de $(6,3-7,3-9,1(-10,5) \times (4,9-5,5-7(-8,1) \mu\text{m}$; $Q = (1-1,2-1,5(-1,7)$; $N = 158$ $Me = 8,3 \times 6,3 \mu\text{m}$; $Q_e = 1,3$, polimorfias, de contorno subrectangular hasta rectangular, con nodulos obtusos de altura variable $(0,6-0,8 \mu\text{m})$, fácilmente cuantificables $(10-14)$. Basidios de $(22,5-24-32,5(-35) \times (8,3-8,7-11,2(-12,1) \mu\text{m}$; $N = 18$; $Me = 28,7 \times 10 \mu\text{m}$, claviformes, tetraspóricos. Pleurocistidios metuloides, de $(47,4-55,8-64,3(65,5) \times (14,1-14,9-19,0 (20,7) \mu\text{m}$; $N = 15$ $Me = 59,8 \times 16,8 \mu\text{m}$, de utriformes a anchamente clavados o sublageniformes, netamente cristalíferos en el ápice; pared de grosor variable $(1,1-1,2-1,7 (-1,9) \mu\text{m}$; $Me = 1,5 \mu\text{m}$, con reacción nula a las soluciones amoniacaes. Arista laminar heterogénea, compuesta por queilocistidios en general frecuentes, y paracistidios no muy numerosos, junto con algunas formas de tránsito entre ambos y basidios. Queilocistidios similares a los pleurocistidios, con contenido hialino. Trama laminar constituida por artículos subsodiamétricos o más bien cortos y anchos, de aspecto casi subcelular, compuesta de hifas con células de $(13,2-13,3-18,2(-18,6) \times (9,7-11,1-15,2(-15,3) \mu\text{m}$; $Me = 16,4 \times 13 \mu\text{m}$; subhimenio de aspecto pseudoparenquimático, con células isodiamétricas de $(7-7,7-10,1(-11,6) \times (5-6,6-8,9(-10,2) \mu\text{m}$; $Me = 8,8 \times 7,7 \mu\text{m}$. Pileipellis constituida por una cutis de hifas paralelas, las de la epicutis con abundante pigmento incrustante “zebroide” pardo oscuro, algo constreñidas en los septos, de $11-18 \mu\text{m}$ de anchura; hipocutis poco diferenciada, con escaso pigmento o prácticamente hialinas y con los septos no o apenas constreñidos. Estipitipellis constituida por una cutis de hifas paralelas de $(3,1-3,6-6,4(-7,9) \mu\text{m}$; $Me = 4,6 \mu\text{m}$, de la que parten numerosas terminaciones libres a modo de pelos hialinos, muy septados, con los tabiques a menudo constreñidos, cuya célula terminal se atenúa en su extremo

distal, pero el ápice es obtuso o redondeado; caulocistidios presentes y normalmente frecuentes en la zona apical, $(1/6-1/10$ superior), no o apenas cristalíferos, con paredes a menudo estrechas y con forma y tamaño semejante a los himeniales, en ocasiones con el extremo bifurcado; aparecen mezclados con formas de transición semejantes a pelos o simples terminaciones hifales. Fíbulas presentes.

Fenología y hábitat: las tres colecciones estudiadas muestran una fenología estival, y crecen en ecosistemas fluviales con elevada humedad (taludes rezumantes con presencia de briófitos y esfagnos), en suelos ácidos de naturaleza granítica, con *Betula alba* y *Salix atrocinerea* en su entorno más cercano, y *Pinus sylvestris* en zonas más alejadas de los regueros. Esto nos hace suponer que la relación ectomicorrícica más probable sea bien con el abedul (*Betula*) o bien con el sauce (*Salix*) –ver comentarios sobre *I. proximella* en el apartado Discusión–.

DISCUSIÓN

Hace pocos años, los micólogos finlandeses KOKKONEN & VAURAS (2012) han publicado un estudio monográfico de las especies de *Inocybe* pertenecientes a la sección *Cortinatae* Kühner & Boursier de los países nórdicos europeos; este trabajo taxonómico, basado en amplios y detallados estudios morfológicos y moleculares, constituye una obra de obligada referencia y un avance fundamental en el conocimiento de las especies de esta sección; se describen en su contribución un total de once nuevas especies, entre ellas *I. bufonia*, taxón que es el objeto de estudio del presente trabajo.

Las especies de la sección *Cortinatae* (KÜHNER & BOURSIER, 1932) muestran esporas provistas de nodulos o ángulos, y una cortina más o menos evidente, al menos visible en los primeros estadios del desarrollo de los basidiomas. Las muestras del presente estudio fueron originalmente relacionadas con *I. proximella*, una especie que muestra semejanzas morfológicas, tanto macro como microscópicas, pero que casi con toda probabilidad difiere en sus apetencias ecológicas; desde el punto de vista molecular,

ambas son especies claramente independientes (KOKKONEN & VAURAS, *loc. cit.*).

Inocybe proximella ha sido sinonimizada a *I. striata* e *I. umbrinodisca* Kühner por KOKKONEN & VAURAS (*loc. cit.*: 318), sobre la base de estudios morfológicos y genéticos. Corresponde también, al menos en parte, al *sensu* de KÜHNER & BOURSIER (*loc. cit.*) y de KÜHNER & ROMAGNESI (1953) de *I. acuta* Boud. Nosotros coincidimos con el tratamiento de los autores finlandeses, ya que el estudio que hemos realizado del material tipo de *I. proximella*, *I. striata* e *I. umbrinodisca* no muestra entre ellos diferencias significativas (opinión también compartida personalmente por J. Vauras), y todos ellos muestran un hábitat semejante, en bosques montanos y boreales de coníferas. En la Sierra de Guadarrama, *I. proximella* es una especie relativamente frecuente en primavera-verano en bosques de pino albar (*Pinus sylvestris*), y también la hemos recolectado en zonas de alta montaña y subalpinas del Pirineo bajo *Abies alba*, *Pinus uncinata* y *P. sylvestris*. En ninguna de ellas hemos constatado la presencia cercana de abedul (*Betula* spp.), lo que también es reseñado por Kokkonen & Vauras; estos autores señalan que la especie en Escandinavia crece en suelos calcáreos, lo que se contrapone con la naturaleza ácida del suelo en el Guadarrama, pero no así en algunas áreas pirenaicas; es lógico pensar por tanto de que se trata de un taxón indiferente al pH del suelo. Como hemos indicado anteriormente, tres colecciones de *I. proximella* procedentes del Sistema Central (AH 9294, 9295 y 9296) fueron ya publicadas anteriormente con el epíteto de *I. acuta* s. *auct.* (ESTEVE-RAVENTÓS & MORENO, 1987).

Inocybe proximella difiere de *I. bufonia* por su porte más grande o robusto; en general el mamelón del píleo es neto (Fig. 4a), pero no tan agudo y persistente como en *I. bufonia* (Fig. 1a-d), en el que incluso en los ejemplares adultos se mantiene muy abrupto y bien marcado. La coloración del píleo de *I. proximella* es algo más pálida, aunque esta diferencia puede ser algo sutil (aunque observable también en exsiccata); en ambas especies el estípite tiende a oscurecer hacia la base, siendo prácticamente pardo-

grisáceo con el envejecimiento o una vez seco. Otro dato interesante es el olor, que en *I. proximella* es definido como desagradable (“vireuse”, o como el de *Russula sororia*) por Kühner (KÜHNER & BOURSIER, *loc. cit.*; KÜHNER & ROMAGNESI, *loc. cit.* -referido a *I. acuta*-); en algunas colecciones estudiadas por nosotros está anotado un olor semejante, aunque este carácter es de difícil interpretación y puede pasar desapercibido.

Microscópicamente, las diferencias entre ambas especies son también sutiles; las esporas de *I. bufonia* parecen ser algo menores de media, con nódulos algo menos numerosos y prominentes [(8,3 × 6,3 μm; Qe = 1,3 de *I. bufonia*, frente a 9,6 × 7,0 μm; Qe = 1,4 de *I. proximella* (Figs. 3a-b, Figs. 4b-c)], mientras que los cistidios son semejantes en tamaño y forma. Es quizás la ecología, junto a los datos moleculares, los mejores caracteres diagnósticos para separar ambas especies; *Inocybe bufonia* parece estar ligada a ambientes muy húmedos y nemorales, con presencia de abedules y sauces, en ocasiones fructificando entre briófitos de áreas turbosas, como así ha sucedido en las colecciones del Guadarrama. Por el contrario, *I. proximella* parece mostrar una clara preferencia por los bosques húmedos de coníferas, pero no es propio de comunidades y suelos hiperhúmedos o áreas higroturbosas; este último es altamente probable que esté ligado exclusivamente a las coníferas, tanto de áreas montañosas en la Europa meridional y central, como aquellas de las áreas boreales en la Europa septentrional.

Como dato adicional, en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama pensamos que hemos encontrado también varias colecciones de *I. giacomii* J. Favre (= *I. boltonii* s. *auct.*, non R. Heim), fructificando en ambientes semejantes a los de *I. proximella*. *Inocybe giacomii* está filogenéticamente muy relacionada con *I. proximella* (KOKKONEN & VAURAS, *loc. cit.*); se caracteriza por su mamelón más obtuso y amplio, tonalidades fugaces parduscas (en ocasiones con algún reflejo rojizo) en el estípite y, sobre todo, por sus esporas de contorno subrectangular, con nódulos muy bajos y obtusos, a veces muy raros o incluso ausentes. Asimismo, en ambientes mesófilos más térmicos y en bosques de pino resinero (*Pinus*

INOCYBE BUFONIA (*INOCYBACEAE*), UNA RARA ESPECIE BOREAL ENCONTRADA EN EL PARQUE NACIONAL DE LA SIERRA DE GUADARRAMA (MADRID)



Fig. 4 *Inocybe proximella*: a. Basidiomas AH 9294. b. Esporas al M.E.B., topótipo (TUR-A) JV 25490, duplo en AH 44551, c. Esporas al M.E.B., AH 9294. Escalas = 2 μ m.

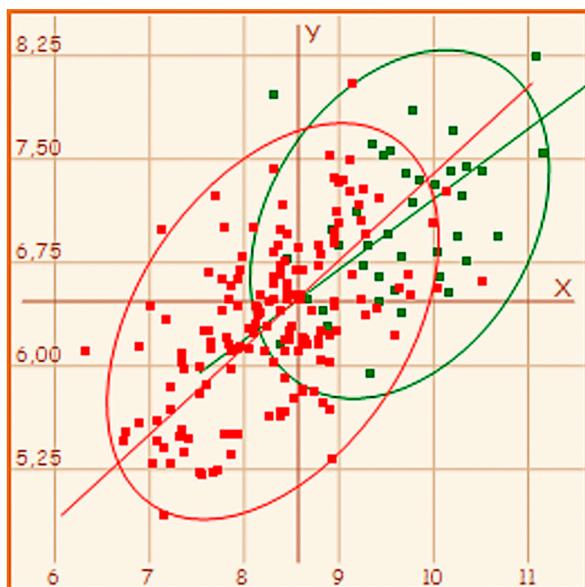


Fig. 5. Esporas *Inocybe bufonia* (rojo) vs. *I. proximella* (verde)

pinaster), hemos estudiado varias colecciones que se integran filogenéticamente en el grupo “*I. silvae-herbaceae-I.amicta*” (KOKKONEN & VAURAS, *loc. cit.*) y que están siendo objeto de más investigaciones. Todas estas especies que hemos mencionado son morfológicamente muy semejantes, pero quizás sus relaciones y requerimientos ecológicos sean muy dispares, como parecen apoyar los datos moleculares.

Desde el punto de vista molecular, *Inocybe bufonia* parece presentar cierta variabilidad intra-específica en el marcador ITS, algo ya mencionado por sus autores originales KOKKONEN & VAURAS (2012), que reconocen hasta 3 subgrupos (incluyendo al subgrupo tipo). Las secuencias de las muestras estudiadas en el presente estudio se encuentran estrechamente relacionadas con las de *I. bufonia*, aunque no parecen pertenecer a ninguno de estos tres subgrupos. Varias secuencias americanas en las bases de datos también parecen emparentadas con esta especie, y tampoco parecen constituir un grupo monofilético. De esta manera, se ha optado por seguir el criterio de KOKKONEN & VAURAS (2012) y considerar todas estas secuencias coespecíficas, e *I. bufonia* como la mejor identificación a nivel específico posible con los datos disponibles (Fig. 6).

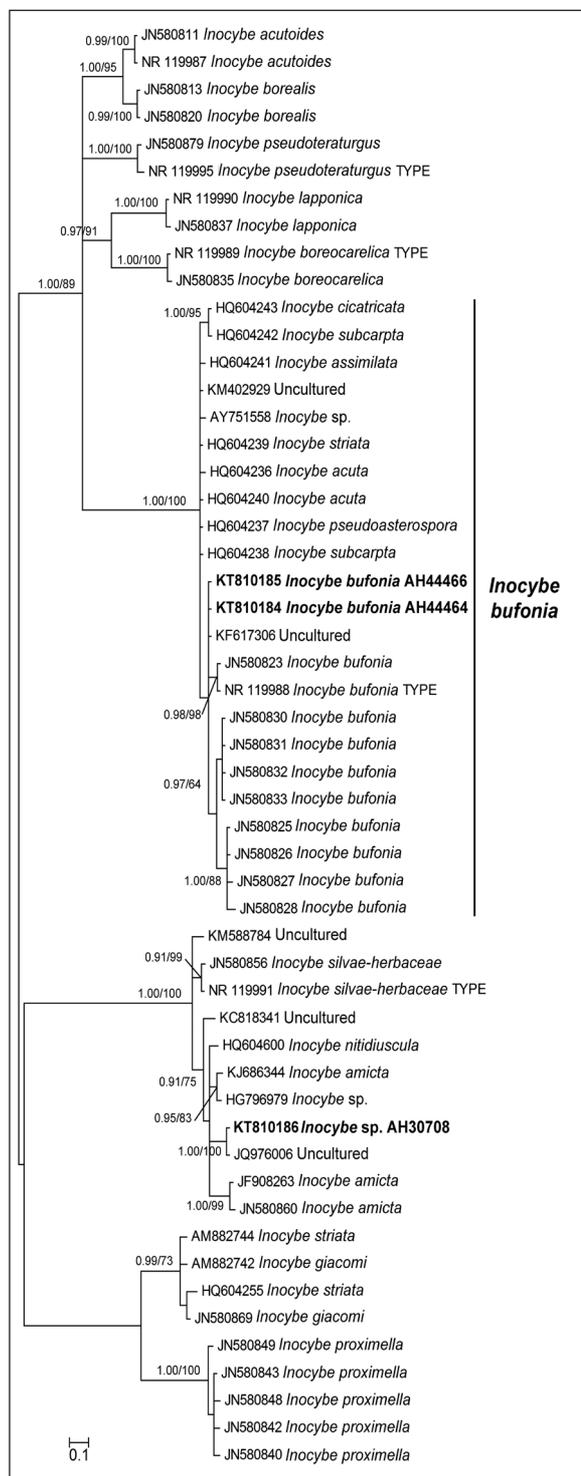


Fig. 6. Filograma consenso obtenido a partir del análisis de la región ITS en MrBayes tras 840 000 generaciones. Los valores junto a los nodos representan, de izquierda a derecha: probabilidades posteriores bayesianas, y proporciones de bootstrapping de RAXML.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento en primer lugar a Javier Rejos, conservador del herbario AH, por su constante ayuda e interés en nuestras investigaciones; asimismo a Jukka Vauras y Katri Kokkonen por habernos revisado nuestras colecciones de *I. bufonia* y confirmar su identidad. Nuestro agradecimiento también a los conservadores de los herbarios (TUR-A), (H) y (TR) por la cesión de material tipo para su estudio. Nuestros colegas micólogos Juan Carlos Zamora, por sus sabios consejos en los temas moleculares, así como a Juan Carlos Campos por habernos cedido gentilmente muestras de *I. proximella* para su estudio y su depósito en (AH). Agradecemos a Luis Monje y Ángel Pueblas (Gabinete Fotografía, Univ. Alcalá) por su ayuda en el tratamiento digital de las fotografías. A José A. Pérez y Antonio Priego del Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Alcalá por su ayuda en el M.E.B.

BIBLIOGRAFÍA

- ALESSIO, C.L. & E. REBAUDENGO (1980). *Inocybe*. *Iconographia Mycologica* vol. 29, Suppl 3. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento.
- ALVARADO, P., J.L. MANJÓN, P.B. MATHENY & F. ESTEVE-RAVENTÓS (2010). *Tubariomyces*, a new genus of *Inocybaceae* from the Mediterranean region. *Mycologia* 102(6): 1389-1397.
- BON, M. (1998). Clé monographique du genre *Inocybe* (Fr.) Fr. (3ème partie: espèces gibbosporées = sous-genre *Clypeus* Britz. = Genre *Astrosporina* Schroet.). *Doc. Mycol.* 28(111): 1-45.
- CENTRO DE GESTIÓN E INVESTIGACIÓN PUENTE DEL PERDÓN. (2008). *Cartografía de unidades de vegetación. Documento III: Parque Natural de Peñalara y Área de Influencia Socioeconómica*. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio, Parque Natural de Peñalara. Cumbre, Circo y Lagunas. Comunidad de Madrid: Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio.
- ESTEVE-RAVENTÓS, F. & G. MORENO (1987). Contribution to the knowledge of the Spanish species of *Inocybe*. I. Some species with nodulose spores. *Doc. Mycol.* 17(67): 13-24.
- ESTEVE-RAVENTÓS, F., G. MORENO, E. BIZIO & P. ALVARADO (2015). *Inocybe flavobrunnescens*, a new species in section *Marginatae*. *Mycol. Progress* 14 (In press)
- FERRARI, E. (2006). *Inocybe* alpine e subalpina. *Fungi non Delineati* 34-36: 1-457.
- FERRARI, E. (2010). *Inocybe dai litorali* alla zona alpina. *Fungi non Delineati* 54-55: 1-216.
- GARDES, M. & T.D. BRUNS (1993). ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes-application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Mol. Ecol.* 2: 113-118.
- HEIM, R. (1931). *Le genre Inocybe précédé d'une introduction générale à l'étude des Agarics ochrosporés*. Ed. Paul Lechevalier & Fils, Paris.
- HENRIOT, A. (2014, septiembre). *Piximètre: La mesure de dimensions sur images*. Retrieved Noviembre 16, 2014, from La formule dimensionnelle, résultat des mesures: <http://ach.log.free.fr/Piximetre/Piximetre5.htm>.
- HOLMGREN, P.K., N.H. HOLMGREN & L.C. BARNETT (1990). *Index Herbariorum*, 8th ed. New York Botanic Garden.
- JACOBSSON, S. & E. LARSSON (2012). *Inocybe* (Fr.) Fr. In: Knudsen H. & J Vesterholt (eds.). *Funga Nordica* (Agaricoid, boletoid, clavarioid, cyphelloid and gastroid genera). Nordsvamp, Copenhagen, pp. 981-1021.
- KAUFFMAN, C.H. (1924). *Inocybe*. *North Am. Fl.* 10: 227-260.
- KOBAYASHI, T. (2002). The taxonomic studies on the genus *Inocybe*. *Nova Hedwigia Beih* 124: 1-246.
- KOKKONEN, K. & J. VAURAS (2012). Eleven new boreal species of *Inocybe* with nodulose spores. *Mycol. Progress* 11: 299-341.
- KROPP, B.R., P.B. MATHENY & S.G. NANAGYULYAN (2010). Phylogenetic taxonomy of the *Inocybe splendens* group

- and evolution of supersection “*Marginatae*”. *Mycologia* 102: 560-573.
- KÜHNER, R. & J. BOURSIER (1932). Notes sur le genre *Inocybe*. *Bull. Soc. Mycol. France* 48: 118-161.
- KÜHNER, R. & H. ROMAGNESI (1953). *Flore Analytique des Champignons Supérieurs (Agarics, Bolets, Chanterelles) comprenant les espèces de l'Europe occidentale et centrale. France*. Ed. Masson et Cie, Paris.
- KUYPER, T.W. (1986). A revision of the genus *Inocybe* in Europe. I. Subgenus *Inosperma* and the smooth-spored species of subgenus *Inocybe*. *Persoonia suppl* 3: 1-247.
- LARSSON, E., M. RYBERG, P.A. MOREAU, A. DELCUSE-MATHIESEN & S. JACOBSSON (2009). Taxonomy and evolutionary relationships within species of section *Rimosae* (*Inocybe*) based on ITS, LSU and mtSSU sequence data. *Persoonia* 23: 86-98.
- MALENÇON, G. & R. BERTAULT (1970). *Flore des Champignons Supérieurs du Maroc*. Vol. 1. Institut Scientifique Chérifien et Faculté des Sciences, Rabat.
- MORENO, G. & M. OLTRA (2010). Notas sobre los géneros *Badhamia*, *Badhamiopsis* y *Craterium* (*Myxomycetes*) en España. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 34: 161-197.
- MUNSELL® (1994). *Soil Color Charts* (revised edition). Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation, New Windsor, NY.
- NISHIDA, F. (1989). Key to the species of *Inocybe* in California. *Mycotaxon* 34: 181-196.
- OUTEN, A.R. & P. CULLINGTON (2012). *Keys to British species of Inocybe* (2nd edition updated 2.2).
- RYBERG, M., R.H. NILSSON, E. KRISTIANSSON, M. TOPEL, S. JACOBSSON & E. LARSSON (2008). Mining metadata from unidentified ITS sequences in GenBank: a case study in *Inocybe*, *Basidiomycota*). *BMC Evol. Biol.* 8: 50.
- STANGL, J. (1989). Die Gattung *Inocybe* in Bayern. *Hoppea* 46: 5-388.
- VELLINGA, E.C. (1988). Glossary. In: Bas C., T.W. Kuyper, M.E. Noordeloos & E.C. Vellinga (eds.) *Flora Agaricina Neerlandica*, vol. 1. AA Balkema, Rotterdam, pp. 54-64.
- WHITE, T.J., T. BRUNS, S. LEE & J.W. TAYLOR (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: INNIS, M.A., D.H. GELFAND, J.J. SNINSKY & T.J. WHITE, eds. *PCR protocols: a guide to methods and applications*. New York: Academic Press Inc. pp. 315-322.
- ZITZMANN, H. (2002). Regensburger Pilzflora 12: Die Gattung *Inocybe* (*Agaricales*, *Cortinariaceae*). *Regensb. Mykol. Schr.* 10: 135-288.