Fundación Miguel Lillo
Tucumán
Argentina

Análisis morfológico y filogenético del complejo *Pluteus cervinus* (Pluteaceae, Basidiomycota) revela la presencia de *Pluteus hongoi* y *Pluteus primus* en México

Morphological and phylogenetic analyses of the *Pluteus cervinus* complex (Pluteaceae, Basidiomycota) reveal the presence of *Pluteus hongoi* and *Pluteus primus* in Mexico

Ulloa, D.; Olivia Rodríguez*; Darío Figueroa; María del P. Zamora; Ofelia Vargas; José A. Arias; Jorge D. López

Instituto de Botánica, Departamento de Botánica y Zoología, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Apartado postal 1-139, C.P. 45101. Zapopan, Jalisco, México.

* Autor corresponsal: <olivia.rodriguez@academicos.udg.mx>

Resumen

Las especies de *Pluteus* en el grupo de *Pluteus cervinus* pueden resultar difíciles de delimitar taxonómicamente aún basados en evidencia molecular. Son de distribución amplia, crecen en diversos hábitats y no hay material tipo de *P. cervinus*, lo que complica la delimitación taxonómica de las especies. El objetivo de este trabajo es estudiar filogenéticamente las especies del complejo *Pluteus cervinus* en México y describir e ilustrar las especies de *Pluteus* no registradas para el país identificadas a partir de la filogenia y corroborada mediante análisis morfoanatómicos. Se estudiaron 39 ejemplares mexicanos determinados como *Pluteus cervinus* conservados en ENCB, FCME, ITCV, HUAA, MEXU, XAL e IBUG, y el material tipo de *Pluteus pouzarianus* (PRM). Se analizaron y describieron las características macro- y micromorfológicas del material. El análisis genético incluyó 69 secuencias de la región ITS de taxones morfológicamente afines. La hipótesis filogenética se obtuvo con Máxima Verosimilitud e Inferencia Bayesiana. La variación morfológica y la estimación filogenética permitió reconocer entre los especímenes estu-

➤ Ref. bibliográfica: Ulloa, D.; Rodríguez, O.; Figueroa, D.; Zamora, M. del P.; Vargas, O.; Arias, J. A.; López, J. D. 2026. Análisis morfológico y filogenético del complejo *Pluteus cervinus* (Pluteaceae, Basidiomycota) revela la presencia de *Pluteus hongoi* y *Pluteus primus* en México. *Lilloa 63* (2): 557-582. doi: https://doi.org/10.30550/j.lil/2333
➤ Recibido: 20 de febrero 2025 – Aceptado: 21 de septiembre 2026 – Publicado: 3 de noviembre 2026.
➤ URL de la revista: http://lilloa.lillo.org.ar

➤ Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

diados a *Pluteus hongoi*, *Pluteus petasatus* y *Pluteus primus* pero no así a *Pluteus cervinus*. Se valida por primera vez el registro de *Pluteus hongoi* y *Pluteus primus* para México. La evaluación de las relaciones de parentesco y de la variación morfológica permitió discriminar de manera clara los taxones aquí reconocidos.

Palabras clave: Biodiversidad; Filogenia; Fungi; ITS; Taxonomía.

Abstract

Pluteus species within the *Pluteus cervinus* group can be difficult to delimit taxonomically even when molecular evidence is considered. They are widely distributed, grow in diverse habitats, and the lack of type material for *P. cervinus* complicates species taxonomic delimitation. The objective of this work is to phylogenetically study the *Pluteus cervinus* species complex occurring in Mexico, while also seeking describe and illustrate species of *Pluteus* not previously recorded for the country identified through phylogeny and corroborated by morphoanatomical analyses. Thirty-nine Mexican specimens identified as *Pluteus cervinus*, preserved at ENCB, FCME, ITCV, HUAA, MEXU, XAL, and IBUG, were studied, along with the type specimen of *Pluteus pouzarianus* (PRM). The macro- and micromorphological characteristics of the material were analyzed and described. Genetic analysis included 69 ITS region sequences from morphologically related taxa. The phylogenetic hypothesis was obtained using Maximum Likelihood and Bayesian Inference. Morphological variation and phylogenetic estimation allowed the identification of *Pluteus petasatus*, *Pluteus hongoi*, and *Pluteus primus* among the studied specimens, whereas *Pluteus cervinus* could not be confirmed. The occurrence of *Pluteus hongoi* and *Pluteus primus* in Mexico is validated for the first time. The evaluation of the phylogenetic relationships and morphological variation allowed a clear discrimination of the taxa recognized.

Keywords: Biodiversity; Fungi; ITS; Phylogeny; Taxonomy.

INTRODUCCIÓN

Pluteaceae Kolt. & Pouzar es una familia de macrohongos del orden Agaricales, que con base en morfología agrupa a los géneros *Chamaeota* (W. G. Sm.) Earle, *Pluteus* Fr. y *Volvariella* Speg. (Singer, 1986). No obstante, evidencia molecular sugiere que *Volvariella* es genéticamente distante del clado Pluteoide (Moncalvo *et al.*, 2000; Moncalvo *et al.*, 2002), donde en este último se relaciona con *Chamaeota*, *Pluteus* y el género propuesto *Volvopluteus* Vizzini, Contu & Justo (Justo *et al.*, 2011a). *Pluteus* cuenta con alrededor de 300 especies registradas (Kirk *et al.*, 2008) y es caracterizado por formar basidiomas de tipo agaricoide, sin volva ni anillo, con láminas libres, de color rosado, basidiosporas lisas, inamiloides y trama himenoforal

inversa (Horak y Heinemann, 1978; Orton, 1986; Singer, 1986; Vellinga, 1990; Ulloa, 1991). *Pluteus* se encuentra usualmente limitado a crecer en madera muerta y en descomposición de angiospermas, en madera quemada y raramente en el suelo (Banerjee, 1992).

En cuanto a los rasgos morfológicos diagnósticos de *Pluteus* importantes de describir son el color, tamaño, forma, textura y la ornamentación del píleo y estípite, la presencia o ausencia de pigmento azul en cualquier parte del basidioma, además de su olor y sabor en fresco. Sin embargo, en muchos casos estas características se traslapan entre especies cercanamente emparentadas, de manera que se dificulta la identificación de las especies si se considera solo la coloración u ornamentación de los esporomas (Horak y Heinemann, 1978; Orton, 1986; Vellinga, 1990; Banerjee y Sundberg, 1995).

De acuerdo a lo señalado por Singer (1956) y Smith y Stuntz (1958), los caracteres microscópicos juegan también un papel central en la clasificación taxonómica de las especies de *Pluteus*, como son el tamaño y forma de basidiosporas, pleurocistidios, queilocistidios y la presencia o ausencia de fíbulas en las hifas de la pileipellis. Por su parte, Bonnard (1987) señaló que la presencia o ausencia de fíbulas podría ser una característica con valor taxonómico. No obstante Singer (1961) puso en duda que la frecuencia de esta estructura pueda ser utilizada con estos fines ya que este carácter es muy variable incluso dentro de una misma especie. Las características microscópicas utilizadas para la subdivisión infragenérica de *Pluteus* son el tipo de cistidios y la estructura de la pileipellis. Se reconocen tres secciones sustentadas tanto morfológica como filogenéticamente: secc. *Pluteus* Fr., secc. *Hispidoderma* Fayod y secc. *Celluloderma* Fayod (Singer, 1956; Justo *et al*., 2011a, b; Nopparat *et al.*, 2022). Las dos últimas se distinguen por presentar pleurocistidios de pared delgada (no metuloides), hialinos o pigmentados, y ambas se diferencian por el tipo de pileipellis que poseen las especies, i.e. en *Hispidoderma* que agrupa miembros de una cutis con células terminales cilíndrico-fusoides y alargadas, mientras que en *Celluloderma* presentan pileipellis epitelioide-himeniforme o de hifas terminales esferopedunculadas que puede estar mezcladas o no por cistidios alargados o dermatocistidios; la presencia o ausencia de estas últimas estructuras subdivide adicionalmente a *Celluloderma* en dos subsecciones: *Mixtini* Singer y *Eucellulodermini* Singer (Singer, 1956; Vellinga y Schreurs, 1985; Menolli *et al.*, 2015a, b; Kaygusuz *et al.*, 2019).

La sección *Pluteus* agrupa especies con pleurocistidios generalmente ventricosos de pared gruesa (metuloides) y pileipellis en cutis (Banerjee y Sundberg, 1995). Por otra parte, en este grupo se incluye a *Pluteus cervinus* (Schaeffer) Kummer, que representa la especie tipo del género (Vellinga, 1990). Se caracteriza por presentar píleo café a café marrón oscuro; metuloides con 2-6 cuernos en el ápice, raramente bifurcados; queilocistidios abundantes, claviformes o esferopedunculados, de menos de 70 μm de largo, sin fíbulas en todas las partes del basidioma.

En cuanto a su distribución principalmente se desarrollan sobre madera de angiospermas en regiones templadas y algunas veces en zonas de transición boreal, tropical o subtropical de todo el mundo. No obstante, los límites de su concepto morfológico han sido debatidos durante décadas (Singer, 1956; Banerjee y Sundberg, 1995; Vellinga, 1990), porque no se cuenta con material tipo lo que ha derivado en la generación de un complejo de especies superficialmente similares, sin clara definición taxonómica (Banerjee, 1992; Justo *et al.*, 2011a, b; Rodríguez *et al.*, 2010).

Banerjee (1992) sugirió que el nombre *Pluteus cervinus* podría estar conteniendo a más de un taxón. Lo anterior con base en evidencia molecular a través de isoenzimas y secuencias de ITS de cepas aisladas en cultivo. Este autor consideró que la variación que encontró se podía explicar por transmisión intervarietal de genes, radiación evolutiva o a la presencia de más de un taxón. Esta hipótesis se refuerza con la distribución cosmopolita de este grupo.

En general las descripciones de *Pluteus cervinus* registradas en la mayoría de la bibliografía, señalan características macroscópicas y rangos de medidas microscópicas que con frecuencia se sobreponen con las de otros taxones de la misma sección *Pluteus*. Esto dificulta más la identificación taxonómica de especímenes individuales sin el uso de herramientas moleculares, como ocurre con *Pluteus rangifer* Justo, E.F. Malysheva & Bulyonk (2014) descrita recientemente y diferenciada casi exclusivamente de su contraparte templada (*P. cervinus*) por sus secuencias de ITS y Tef1, su distribución boreal y la pigmentación típicamente negruzca del píleo que son sus características diagnósticas, sin embargo, especímenes de *P. cervinus* pueden presentar pigmentación negruzca en algunos casos.

Justo *et al.* (2011a), analizaron 14 especímenes de *Pluteus cervinus* provenientes de Bavaria, Alemania, sitio del que fue descrita originalmente esta especie. Tras su análisis, ocho secuencias de estos materiales se agruparon en un clado junto con otras secuencias representando a *P. cervinus*, lo que dio como resultado la elección de dos lectotipos, un epitipo (*Pluteus atricapillus* REG13662) y un neotipo (REG13641) establecidos bajo el concepto de Vellinga (1990). En ejemplares europeos de *Pluteus cervinus* se ha observado que los cistidios metuloides de tipo "cervinus" es una característica de la especie, autores como Orton (1986); Banerjee y Sundberg (1995), describen a detalle el tipo de cuernos que estas estructuras tienen. En el caso de los pleurocistidios tipo "magnus" aunque suelen ser más escasos, ésta estructura también han sido observados cerca del borde laminar o mezclados con los queilocistidios (Orton, 1986; Banerjee y Sundberg, 1995). Por su parte Rodríguez (2006) no encontró relación entre la presencia o ausencia de estas estructuras con respecto a los diferentes tipos de vegetación y altitud en México donde se desarrollan las especies de *Pluteus* afines a *Pluteus cervinus*.

Autores como Justo *et al.* (2014) aunque no señalan la presencia de tales estructuras para dicha especie, si mencionan pleurocistidios que concuerdan con la definición de los mismos, de estrechamente fusiformes a fusiformes, sin cuernos apicales, más pequeños y/o de pared delgada.

En México *Pluteus* muestra amplia distribución en diferentes tipos de clima y vegetación; sin embargo, muchos de los registros de especies forman parte de listados generales sin datos descriptivos detallados (Rodríguez, 2006). A partir del estudio monográfico del género, en diversas contribuciones al conocimiento de *Pluteus*, se incluyen descripciones morfológicas más completas o con datos moleculares de taxones reconocidos e incluso de nuevas especies descritas del país (Rodríguez y Guzmán-Dávalos, 1997, 2001, 2007, 2008; Rodríguez *et al.*, 2004, 2009, 2010; Rodríguez, 2013).

Los análisis macro- y micromorfológico efectuados aquí en especímenes relacionados con *Pluteus cervinus*, revelaron una variabilidad importante en el tamaño del basidioma, forma y tamaño de esporas y la presencia o ausencia de metuloides simples (i.e. tipo "magnus", sin proyecciones en el ápice) cerca del borde de las láminas; así como el registro de esta especie en 19 estados del país (Rodríguez, 2013). Considerando lo anterior nuestros objetivos fueron: estudiar filogenéticamente las especies del complejo *Pluteus cervinus* en México y describir e ilustrar los taxones de *Pluteus* no registrados para el país identificados a partir de la filogenia y corroborada mediante análisis morfoanatómicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron 39 especímenes de *Pluteus cervinus* depositados en siete de los principales herbarios mexicanos (Tabla 1): ENCB, FCME, HUAA, IBUG, ITCV, MEXU y XAL y el material tipo de *Pluteus pouzarianus* (PRM) (Index herbariorum https://sweetgum.nybg.org/science/glossary/glossary-details/?irn=3222, consultado julio 2025). Para visualizar la distribución geográfica y el tipo de vegetación de los especímenes mexicanos recolectados, se elaboró un mapa de distribución con base en la información geográfica contenida en las etiquetas de registro, y para reflejar los tipos de vegetación se empleó la propuesta de Villaseñor y Ortiz (2025) (Fig. 1).

Tabla 1. Material mexicano estudiado. Abreviaturas utilizadas: Aguascalientes (AGS); Colima (COL); Durango (DGO); Guanajuato (GTO); Jalisco (JAL); Michoacán (MICH); Nayarit (NAY); Querétaro (QRO); Veracruz (VER); Sin dato (SD); Sin número (s.n.); Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Herbario de la Facultad de Ciencias-UNAM (FCME), Herbario del Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (ITCV), Colección Micológica Dr. Teófilo Herrera Suárez de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA), Herbario Nacional de México (MEXU); Herbario del Instituto de Ecología de Xalapa (XAL); Colección Micológica del Herbario IBUG de la Universidad de Guadalajara (IBUG); Bosque de encino (BE); Bosque de encino-pino (BEP); Bosque mesófilo de montaña (BMM); Bosque de pino (BP); Bosque de pino-encino (BPE); Bosque tropical subcaducifolio (BTS); Zona urbana (ZU).

Table 1. Mexican material studied. Abbreviations used: Aguascalientes (AGS); Colima (COL); Durango (DGO); Guanajuato (GTO); Jalisco (JAL); Michoacán (MICH); Nayarit (NAY); Queretaro (QRO); Veracruz (VER); No data (SD); No number (s.n.); Herbarium of the Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB); Herbarium of the Facultad de Ciencias-UNAM (FCME); Herbarium of the Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria (ITCV); Dr. Teófilo Herrera Suárez Mycological Collection of the Universidad Autónoma de Aguascalientes (HUAA); National Herbarium of México (MEXU); Herbarium of the Instituto de Ecología in Xalapa (XAL); Mycological Collection of the IBUG Herbarium at the Universidad de Guadalajara (IBUG); Oak forest (BE); Oak-pine forest (BEP); Mountain mesophilic forest (BMM); Pine forest (BP); Pine-oak forest (BPE); Tropical subdeciduous forest (BTS); Urban area (ZU).

Clave	Colección	Estado	Vegetación	Voucher
Pl 3	L.S. Vázquez 767 (IBUG)	JAL	BMM	LSV767
Pl 4	L. Guzmán-Dávalos 3037 (IBUG)	JAL	ZU	LGD3037
Pl 10	O. Vargas 285 (IBUG)	JAL	BE	OV285
Pl 11	L.S. Vázquez 771 (IBUG)	JAL	BPE	LSV771
Pl 12	G. Ramírez-Aguilar 22 (IBUG)	JAL	BMM	GRA22
Pl 15	Tenorio y Romero 864 (MEXU)	DGO	BEP	TyR864
Pl 16	Gutiérrez Ruiz 23 (FCME)	MICH	BEP	GR23
Pl 17	R. Valenzuela 2424 (ENCB)	DGO	BE	RV2424
Pl 18	O. Rodríguez 1163 (IBUG)	JAL	BPE	OR1163
Pl 21	G. Guzmán 18028 (ENCB)	MICH	BMM	GG18028
Pl 22	Núñez y Villegas 790 (FCME)	MICH	BPE	NyV790
Pl 24	G. Guzmán 18349 (ENCB)	MICH	BPE	GG18349
Pl 26	O. Vargas 551 (IBUG)	GTO	BPE	OV551
Pl 28	Pérez-Ramírez 1397 (FCME)	NAY	BMM	PR1397
Pl 29	García Sierra s.n. (FCME)	NAY	BPE	GSs.n.
Pl 30	González y Pérez 688 (FCME)	MICH	BPE	GyP688
Pl 31	O. Rodríguez 472 (IBUG)	JAL	BE	OR472
Pl 34	L. Guzmán-Dávalos 5471 (IBUG)	JAL	BPE	LGD5471
Pl 37	O. Vargas 522 (IBUG)	JAL	ZU	OV522
Pl 47	O. Rodríguez 1550 (IBUG)	MICH	BPE	OR1550
Pl 49	G. Guzmán 11878 (IBUG)	JAL	BPE	GG11878
Pl 50	L.S. Vázquez 617 (IBUG)	JAL	ZU	LSV617
Pl 51	M.L. Fierros 735 (IBUG)	JAL	BPE	MLF735
Pl 54	M.L. Fierros 132 (IBUG)	JAL	BPE	MLF132
Pl 55	J. Cifuentes 545 (FCME)	MICH	BPE	JC545
Pl 57	F. Trujillo 1129 (IBUG)	JAL	BPE	FT1129
Pl 73	L. Guzmán-Dávalos 7531 (IBUG)	NAY	BEP	LGD7531
Pl 91	O. Rodríguez 694 (IBUG)	JAL	BP	OR694
Pl 98	L. Guzmán-Dávalos 5228 (IBUG)	JAL	ZU	LGD5228
Pl 125	O. Rodríguez 1093 (IBUG)	COL	BMM	OR1093
Pl 140	G. Guzmán 31787 (XAL)	VER	BMM	GG31787
Pl 141	G. Guzmán 33473 (XAL)	VER	BMM	GG33473
Pl 187	Sánchez y Pérez s.n. (MEXU)	MICH	BPE	SyPs.n.
Pl 188	L. Guzmán-Dávalos 7716 (IBUG)	NAY	BTS	LGD7716
Pl 211	O. Rodríguez 1093A (IBUG)	COL	BE	OR1093A
Pl 339	Morales-Martínez y Montañez 72 (IBUG)	GTO	BE	MyM72
Pl 341	Pérez y Villarruel-Ordaz 388 (IBUG)	GTO	BE	PyV388
Pl 708	O. Rodríguez 4041 (IBUG)	JAL	SD	OR4041
Pl 717	M. Pardavé 1200 (HUAA)	AGS	BE	MP1200

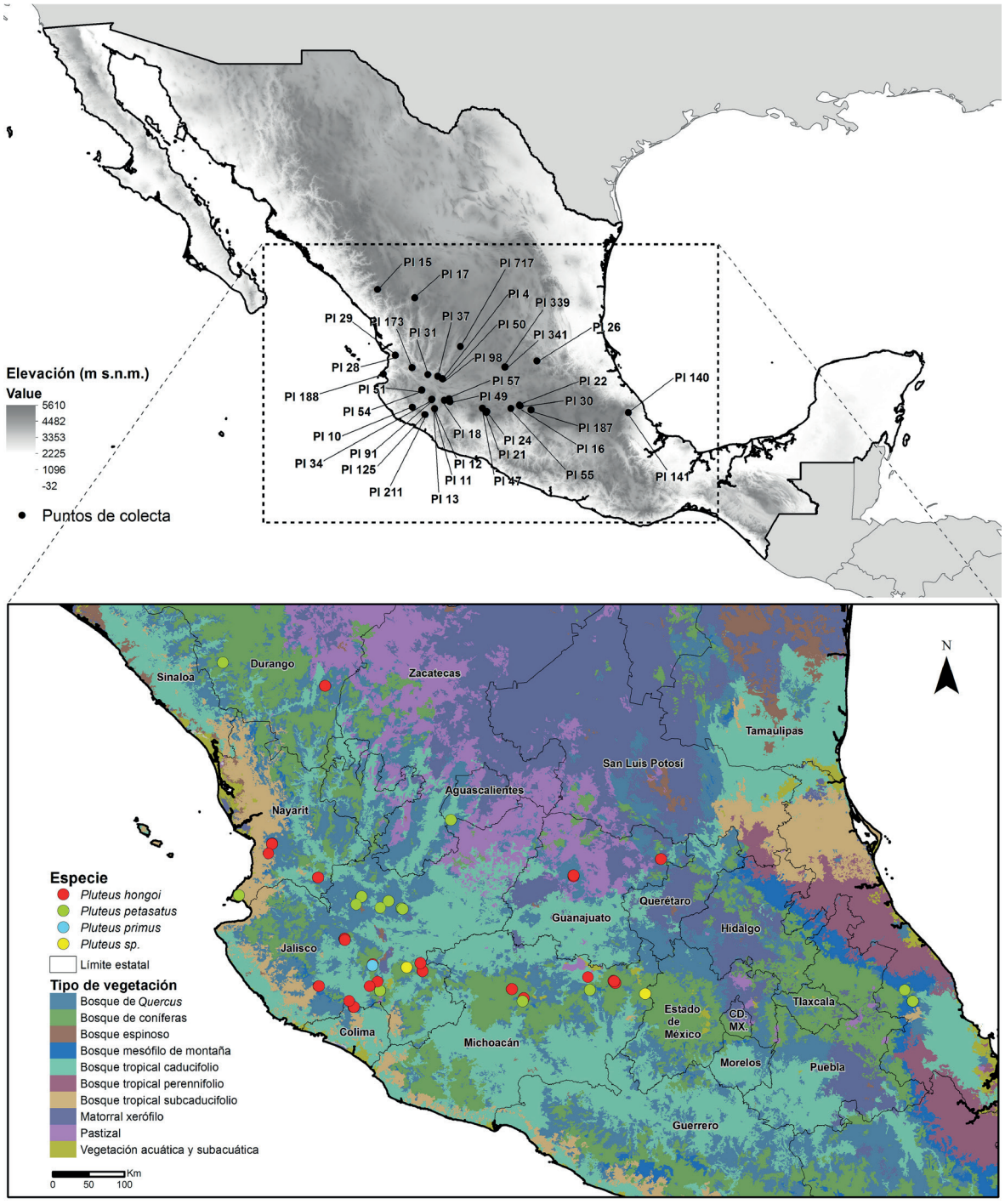


Fig. 1. Ubicación geográfica y mapa de distribución de los puntos de colecta de los especímenes mexicanos.

Fig. 1. Geographic location and distribution map of collection sites for the Mexican specimens.

Extracción de ADN, amplificación y secuenciación de ITS

El ADN de los 40 especímenes se extrajo con el protocolo CTAB con modificaciones (Doyle y Doyle, 1987). La cantidad y calidad de ADN se evaluaron por espectrofotometría en NanoDrop 2000 (Thermo Scientific). Se diluyó el ADN para estandarizar todas las muestras a una concentración de ~20 ng/μL.

Se amplificó la región del ITS propuesta como la región estándar de código de barras de la vida en hongos (Schoch *et al.*, 2012), usando los cebadores ITS1, ITS5, ITS4 (White *et al.*, 1990), ITS1F (Gardes y Bruns, 1993) e ITS1U, ITS4U (Cheng *et al.*, 2015). Las reacciones individuales de PCR se ajustaron a un volumen de 25 μL con los siguientes reactivos: 1 μL de ADN [20 ng/μL], 2,4 μL de buffer 10X [100 μM Tris, 500 μM KCl], 1,2 μL de MgCl2 [50 mM], 1,2 μL de dNTPs [5 mM], 0,1 μL de Taq polimerasa recombinante [5 U/μL], 0,5 μL de cada primer [10 μM], 1,2 μL de BSA [10 mg / mL] y 16,9 μL de Agua HPLC. Las condiciones del termociclador fueron: un ciclo inicial de desnaturalización a 95°C por 3 min; seguido de 35 ciclos de 95°C por 1 min, 45 s a la temperatura de alineación y 72°C durante 2 min, con un ciclo final de 72°C durante 10 min. Los productos de PCR se purificaron con ExosapIT™ siguiendo las instrucciones del fabricante. Los productos de PCR purificados fueron sometidos a una reacción cíclica con BigDyeTM Terminator v3.1. Por último, las secuencias de ADN se visualizaron en SeqStudio Genetic Analyzer (Applied Biosystems) en el Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal de la Universidad de Guadalajara. Los cromatogramas fueron editados en BioEdit 7.2.5 (Hall, 1999).

Análisis filogenético

Se generó una matriz de datos en MEGA-X (Kumar *et al.*, 2018) con 69 secuencias, 40 de ellas obtenidas para este estudio y 29 descargadas de GeneBank (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/) (Tabla 2). Como grupo externo se seleccionó a *Pluteus chrysophlebius* (Berk. & M.A. Curtis) Sacc. que pertenece a la sección *Celluloderma* (Nopparat *et al*., 2022).

Tabla 2. Material considerado en el análisis filogenético. Abreviaturas utilizadas: Epitipo (E); Holotipo (H); Neotipo (N); Estados Unidos de América (EUA).

Table 2. Material considered in the phylogenetic analysis. Abbreviations used: Epitype (E); Holotype (H); Neotype (N); United States of America (USA).

Colección	Voucher	N° Genbank	Origen	Referencia
Pluteus cervinus	REG 13641	HM562152 E	Alemania	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus cervinus	REG 13662	HM562166	Alemania	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus cervinus	SF1	HM562200	EUA	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus cervinus	REG 13616	HM562155	Rusia	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus cervinus	REG 13618	HM562153	Alemania	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus chrysophlebius	AJ45	HM562064	España	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus exilis	N5105	KJ009778 H	EUA	Justo *et al.*, 2014
Pluteus exilis	Stuntz21834	KJ009655	EUA	Justo *et al.*, 2014
Pluteus exilis	AHS56267	KJ009659	EUA	Justo *et al.*, 2014
Pluteus exilis	AJ822	KJ009658	EUA	Justo *et al.*, 2014
Pluteus exilis	UC 1861131	JX857446	EUA	Justo *et al.*, 2014
Pluteus hongoi	Singer A4070	KJ009564 H	Japón	Justo *et al.*, 2014
Pluteus hongoi	LSV767	PV232647	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	OV285	PV232649	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	GRA22	PV232651	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	GR23	PV232653	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	RV2424	PV232654	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	NyV790	PV232657	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	GG18349	PV232658	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	OV551	PV232659	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	PR1397	PV232660	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	GS.s.n.	PV232661	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	GyP688	PV232662	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	LGD5471	PV232664	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	OR1550	PV232666	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	GG11878	PV232667	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	MLF735	PV232669	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	MLF132	PV232670	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	FT1129	PV232672	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	LGD7531	PV232673	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	OR1093	PV232675	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	OR1093A	PV232678	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	MyM72	PV232679	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	PyV388	PV232680	México	Actual estudio
Pluteus hongoi	REG 13658	HM562151	Alemania	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus hongoi	REG 13664	HM562168	Alemania	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus hongoi	AJ148	HM562085	EUA	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus hongoi	JB_86_91	KJ009601	Suiza	Justo *et al.*, 2014
Pluteus petasatus	AJ161	KJ009708 E	EUA	Justo *et al.*, 2014
Pluteus petasatus	LE289372	KJ009705 N	Rusia	Justo *et al.*, 2014
Pluteus petasatus	LGD3037	PV232648	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	LSV771	PV232650	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	TyR864	PV232652	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	GG18028	PV232656	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	OR472	PV232663	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	OV522	PV232665	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	LSV617	PV232668	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	JC545	PV232671	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	LGD7716	PV232677	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	MP1200	PV232681	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	LGD5228	PV232682	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	OR4041	PV232683	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	GG31787	PV232685	México	Actual estudio
Pluteus petasatus	GG33473	PV232686	México	Actual estudio
Pluteus pouzarianus	PRM:628956	PV232684 H	Chequia	Actual estudio
Pluteus pouzarianus	LE9741	KJ009667	Portugal	Justo *et al.*, 2014
Pluteus pouzarianus	PRM:898519	KJ009670	Chequia	Justo *et al.*, 2014
Pluteus pouzarianus	REG 13626	HM562154	Alemania	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus pouzarianus	AJ208	HM562050	España	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus primus	JB 87 121	KJ009679 H	Suiza	Justo *et al.*, 2014
Pluteus primus	OR694	PV232674	México	Actual estudio
Pluteus primus	REG 13683	HM562156	Alemania	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus primus	UC 1998686	JX857454	EUA	Justo *et al.*, 2014
Pluteus primus	UC 1861233	JX857447	EUA	Justo *et al.*, 2014
Pluteus xylophilus	SP393707	HM562163	Brasil	Justo *et al.*, 2011b
Pluteus xylophilus	SP393701	FJ816659	Brasil	Menolli *et al.*, 2010
Pluteus xylophilus	NMJ147	FJ816660	Brasil	Menolli *et al.*, 2010
Pluteus sp.	OR1163	PV232655	México	Actual estudio
Pluteus sp.	SyPs.n.	PV232676	México	Actual estudio

La matriz de datos se alineó en el programa MAFFT (Katoh *et al*., 2002), con la estrategia –auto y el argumento –ep, el alineamiento se verificó de forma manual. Se estimó el mejor modelo de sustitución de nucleótidos utilizando el programa JModelTest v1.1 (Darriba *et al.*, 2012), las relaciones filogenéticas se estimaron con dos métodos en el portal Cipres Science Gateway (Miller *et al*., 2010) y se realizaron dos tipos de análisis filogenéticos dentro del portal Cipres Science Gateway (Miller *et al*., 2010): (i) Máxima verosimilitud (ML), mediante el programa RAxML v.7.2.8 (Stamatakis *et al.*, 2008) con 1000 interaciones Bootstrap y (ii) Análisis de inferencia bayesiana (IB) por medio de MrBayes (Ronquist y Huelsenbeck, 2003) con 10 millones de generaciones de cuatro cadenas, muestreando un árbol cada 1000 generaciones y estableciendo una fase inicial de quemado de árboles (2,5 millones). Se obtuvo el mejor árbol con ML y el árbol de consenso con la IB. Por último, las topologías se visualizaron en FigTree v1.4.4 (Rambaut, 2018).

Caracterización macro y micromorfológica de *Pluteus spp*

Las características macroscópicas que se consideraron fueron el tamaño, forma, color y ornamentación de la superficie del píleo y estípite, forma, color y tipo de borde de las láminas y su disposición siguiendo principalmente a Vellinga (1990), todo ello con base en los datos de la ficha de registro en fresco por el recolector.

El estudio micromorfológico se realizó siguiendo lo recomendado por Largent *et al*. (1977), elaborando preparaciones de cortes de diferentes partes de los basidiomas, montados en Hidróxido de Potasio (KOH) al 5%, y con rojo Congo cuando fue requerido; las observaciones se realizaron con un microscopio ZEISS K7 (Jena, Alemania). En el grupo en estudio los caracteres microscópicos con valor diagnóstico son el tamaño y forma de las basidiosporas, tipo de pileipellis, tamaño y forma de pleurocistidios así como del tipo de apéndices que estos presentan, tamaño y forma de queilocistidios, caulocistidios y presencia o ausencia de fíbulas (Singer, 1958, 1986; Homola, 1972; Horak y Heinemann, 1978; Orton, 1986; Bonnard, 1987, 1988, 1993; Vellinga, 1990). Se midieron 30 basidiosporas por espécimen, y se calculó el coeficiente Q = largo/ancho que refleja la forma básica. Para todas las estructuras (basidioesporas, basidios, pleurocistidios, queilocistidios, caulocistidios, elementos terminales de la pileipellis) se tomaron fotografías de la mayoría de estos caracteres para la elaboración de las láminas que se incluyen. Los términos empleados para las descripciones y formas de estructuras fueron tomados de Largent *et al*. (1977) y Vellinga (1988).

RESULTADOS

En general, los árboles obtenidos con ambos métodos ML e IB recuperan clados similares (Fig. 2). Aquí se describe la topología del árbol consenso obtenido con IB. Se formaron ocho clados, cada uno correspondió con el epíteto taxonómico de siete especies reconocidas de *Pluteus* y una como sp.

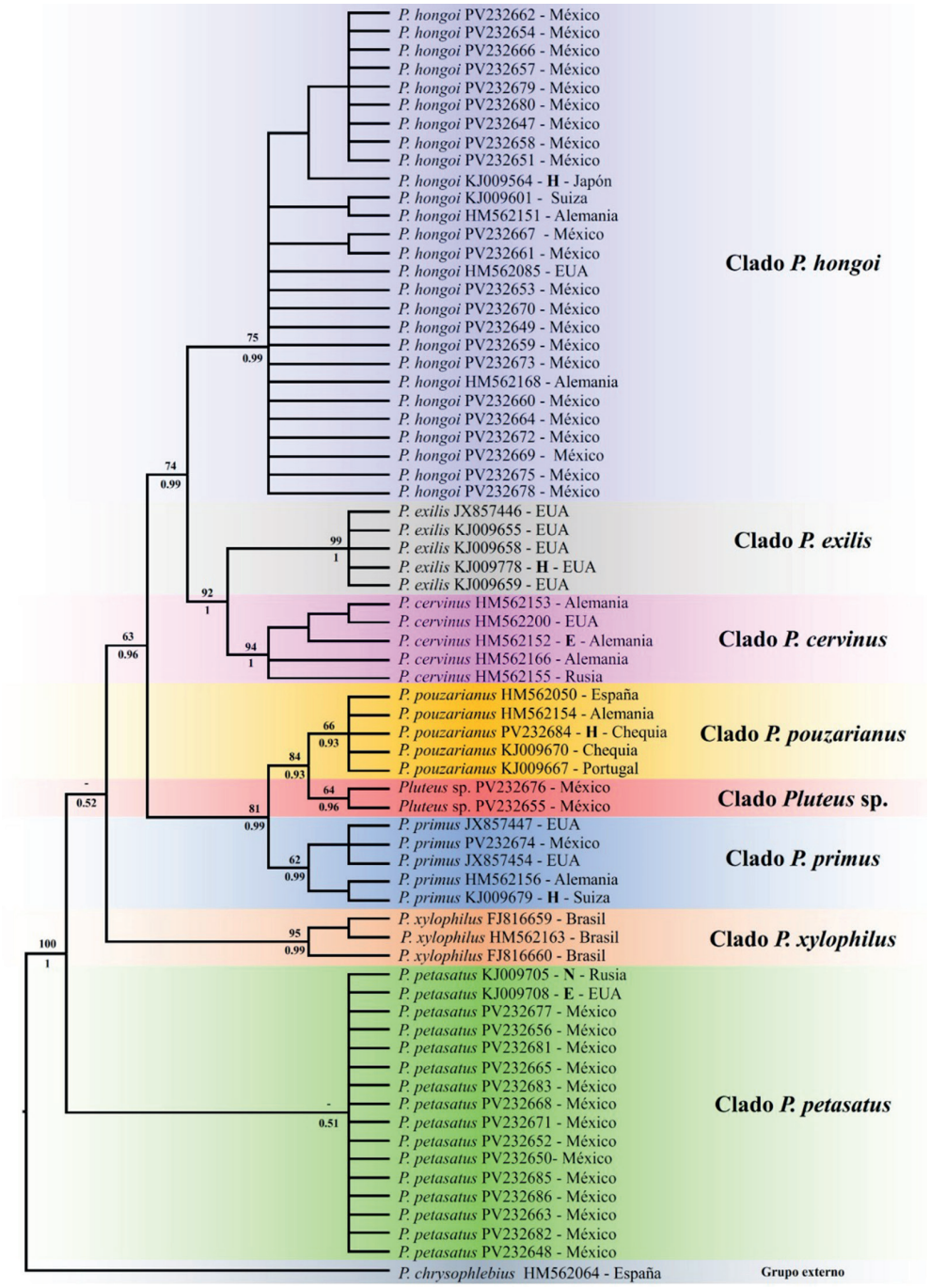


Fig. 2. Inferencia filogenética obtenida con Máxima Verosimilitud e Inferencia Bayesiana (ML/IB). Epitipo (E); Holotipo (H); Neotipo (N).

Fig. 2. Phylogenetic inference obtained through Maximum Likelihood and Bayesian Inference (ML/BI). Epitype (E); Holotype (H); Neotype (N).

El clado *Pluteus petasatus* es hermano del clado *P. xylophilus*. Este grupo, a su vez, es hermano del resto de los clados, donde *P. primus* comparte el ancestro más reciente con el clado formado por *Pluteus* sp y *P. pouzarianus*. Por último, el clado formado por P. *cervinus* y *P. exilis* es hermano de *P. hongoi*.

Los clados *Pluteus hongoi* y *P. primus* contienen especímenes mexicanos (22 y 1 respectivamente), con lo que se registran estas especies por primera vez para la micobiota mexicana. Cuatro clados: *P. cervinus*, *Pluteus exilis*, *P. pouzarianus* y *P. xylophilus* no contienen especímenes mexicanos. El clado *Pluteus petasatus* incluye especímenes mexicanos (14) y se confirma el registro de la especie en este país.

Los materiales mexicanos, agrupados en el clado *Pluteus* sp. (2), se separan con un buen soporte del clado *Pluteus pouzarianus* aunque la mayoría de las características morfológicas y ecológicas de estos dos especímenes secuenciados coinciden en general con las descripciones de *P. pouzarianus*, podrían corresponder a una especie nueva para la ciencia.

Especies de *Pluteus* identificadas con secuencias de ITS y atributos macro y micromorfológicos

Pluteus hongoi Singer
Fieldiana, Bot. 21: 95, 1989. (Fig. 3A-E)
Holotipo: JAPÓN. Honshu: Kyoto, Mt. Daimonji-yama, 14-IX-1984. *R. Singer A4070*, F.

Píleo de 30–95 (–110) mm de diám., convexo, plano-convexo, campanulado a plano, umbonado o subumbonado, con margen estriado, entero, superficie lisa, finamente fibriloso radialmente o en algunos fibriloso-escuarroso, centro liso, fibriloso o fibriloso-escuamuloso, sedoso o brillante, con reflejos metálicos, seco, húmedo, lubricoso, pegajoso, viscoso a subviscoso, de color pardo oscuro a pardo-negruzco en el disco, el resto pardo-grisáceo a pardo claro. Láminas libres, apretadas, anchas o ventricosas, blancas cuando jóvenes a color crema, blanquecino-rosado a rosa, borde entero. Estípite de 35–80 (–140) × (2–) 4–10 (–13) mm, cilíndrico a ligeramente ensanchado en la base, liso a fibriloso, en algunos escamosos, blanco a blanquecino, brillante, con fibrillas pardas hacia la base, con micelio algodonoso. Contexto blanco. Olor y sabor a rábano en la mayoría de los especímenes, pero en ocasiones suave-agradable o fúngico.

Basidiosporas de 5,2–8 (–9,1) × 4,3–6,4 (–7,5) μm, Q= 1,2–1,4, ampliamente elipsoides a elipsoides, pocas ovoides, lisas, con pared delgada, con apéndice hilar poco desarrollado, gutuladas, con contenido refringente, hialinas. Basidios de 18,7–30,7 (–40) × 5,6–12 μm, tetraspóricos, claviformes, claviforme-angostos a claviforme-inflados, algunas veces constreñidos en parte media, con contenido gutular o granular, hialinos. Pleurocistidios de 48–102,4 (–112) × (12–) 14,4–32 (–39,2) μm, metuloides, con apéndices apicales (tipo cervinus), fusiforme-ventricosos, fusiforme-subventricosos,

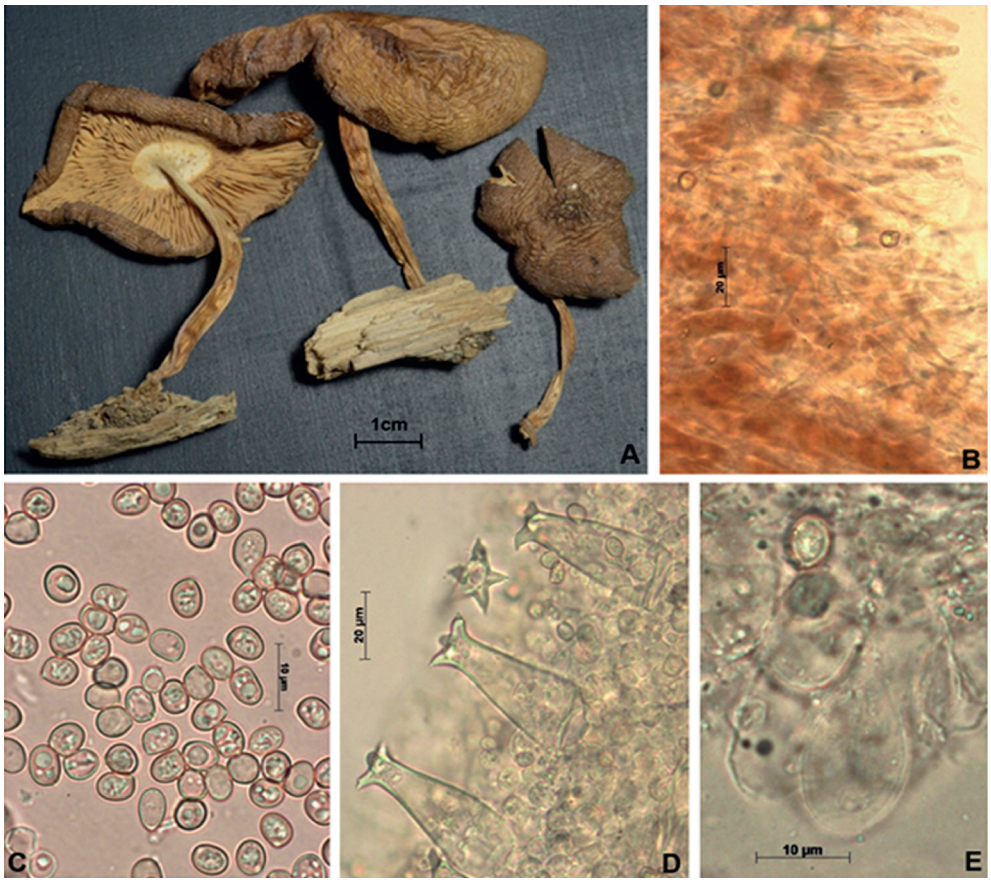


Fig. 3. *Pluteus hongoi*. A) Basidiomas. B) Elementos del Pileipellis tipo cutis o ixocutis. C) Basidiosporas. D) Pleurocistidios metuloides tipo "cervinus". E) Queilocistidios. *O. Vargas 285* (IBUG).

Fig. 3. *Pluteus hongoi*. A) Basidiomes. B) Elements of the Pileipellis type cutis or ixocutis. C) Basidiospores. D) Metuloid Pleurocystidia of the "cervinus" type. E) Cheilocystidia. *O. Vargas 285* (IBUG).

con 2–5 (–7) cuernos apicales o subapicales, truncados, agudos, subagudos, redondeados, bifurcados o de forma irregular, incluso una mezcla de éstos en un mismo cistidio, en ocasiones con presencia de espinas laterales hacia el ápice, de pared gruesa [0,8–3 (–4) μm], hialinos, abundantes; ausencia de metuloides simples (i.e. sin ápices apicales, tipo magnus). Queilocistidios de (26,2–) 30–65 (–89,2) × (9–) 11,2–22 (–27,2) μm, claviforme a claviforme-espatuliformes, claviforme-inflados o ampliamente-claviformes, algunos claviforme-angostos a utriforme-angostos, de pared delgada, hialinos. Pileipellis un cutis o ixocutis, algunos aparentemente una trichodermis, con elementos terminales de (2,5–) 3,7–7,5 (–9,2) μm diám., cilíndricos o filamentosos, con ápice redondeado, atenuado o subagudo, de pared delgada, con contenido hialino o color café, café-amarillento de forma irregular, postrados la mayoría, algunos erectos a suberectos sin fíbulas. Se presentan hifas en una capa subgelatinizada, de difícil medición. Estipitipellis sin fíbulas, sólo se observaron caulocistidios en los ejemplares (*O. Rodríguez 1093*, *1093-A* y *Morales Martínez y Montañez 72*) con elementos claviforme-angostos, de

(54–)72,5–140 × 13–27,5 μm, presentes en el ápice y parte media, en fascículos o racimos, con pigmento de color café-amarillento. Sin fíbulas en ninguna de las estructuras observadas.

Material examinado.— MÉXICO. Colima: Mpio. de Minatitlán, El Terrero, 19.442781N -103.951333O, 1800 m snm, 22-VII-1995, *O. Rodríguez 1093*, *O. Rodríguez 1093-A* (IBUG). Durango: Mpio. de Nombre de Dios, Reserva de la Biosfera de la Michilía, Arroyo El Temascal, potrero Las Alazanas, 23.399222N -104.306929º, 2200 m snm, 3-IX-1983, *R. Valenzuela 2424* (ENCB). Guanajuato: Mpio. de Xichu, camino de Victoria hacia Xichu, Puerto del Pilón, 21.266055N -100.092917O, 2280 m snm, 7-VIII-1996, *O. Vargas 551* (IBUG); Mpio. de Guanajuato, km 9-11 de Sta. Rosa de Lima, Monte de San Nicolás, 21.051815N -101.192116O, 2600 m snm, 17-VII-1995, *Morales Martínez y Montañez 72* (FCME); Cañada de Llano Largo, Sierra de Santa Rosa, 26-VIII-1995, *Pérez S. y Villarruel-Ordaz 388* (FCME). Jalisco: Mpio. de Autlán, carretera Guadalajara-Autlán, Puerto Los Mazos, 19.697223N -104.388166O, 1270 m snm, 8-VIII-1989, *O. Vargas 285* (IBUG); Mpio. de Mazamitla, 15 km al SO de Mazamitla por la carretera a Tamazula, entre Los Guayabos y Las Cabañas, 19.884842N -103.087121O, 1800 m snm, 24-VIII-1974, *G. Guzmán 11878* (ENCB); 5 km de la carretera de La Manzanilla hacia Mazamitla, 19.983191N -103.114690O, 2100 m snm, 3-VIII-1985, *F. Trujillo 1129* (IBUG); Mpio. de Tapalpa, Tapalpa, 2 km por la brecha al Rancho Amigos de Tapalpa, aprox. 6 km antes de Tapalpa, 19.967617N -103.712300O, 2140 m snm, 15-IX-1991, *L. Guzmán-Dávalos 5471* (IBUG); Mpio. de Tecolotlán, Sierra de Quila, a 6 km de la carretera Tecolotlán-Quila, 20.268370N -104.061932O, 1600 m snm, 25-VIII-1993, *M. L. Fierros 132* (IBUG); km 18 carretera Tecolotlán-Quila, 20.284405N -104.064814O, 1980 m snm, 10-X-1994, *M. L. Fierros 735* (IBUG); Mpio. de Zapotlán El Grande, Nevado de Colima, El Floripondio, 19.644417N -103.620685O, 2100 m snm, 13-VII-1989, *L. S. Vázquez 767* (IBUG); 23-VII-1989, *O. Vargas 196-B* (IBUG); 2240 m snm, 2-VII-1992, *G. Ramírez-Aguilar 22* (IBUG). Michoacán: Mpio. de Cherán, Cerro de San Marcos, 2,5 km al SO de Cherán, 19.663090N -101.964590O, 2500 m snm, 30-VIII-1996, *O. Rodríguez 1550* (IBUG); Mpio. de San Francisco Pichátaro, La Mesa, 19.548784N -101.815001O, 2300 m snm, 14-VIII-1980, *G. Guzmán 18349* (ENCB); Mpio. de Zinapécuaro, desviación al Balneario Eréndida, km 5,5 San Pedro-Jacuaro-Los Azufres, 19.761737N -100.689660O, 2600 m snm, 13-VI-1987, *Núñez Mariel y M. Villegas 790* (FCME-14006); 3-VII-1987, *González y L. Pérez-Ramírez 688* (FCME); región de Los Azufres, San José, 19.739140N -100.666992O, 2440 m snm, 18-VIII-1988, *Gutiérrez Ruiz 23* (FCME). Nayarit: Mpio. de Tepic, Reserva Ecológica del Cerro San Juan, La Capilla, 21.454200N -104.973627O, 2240 m snm, 31-VII-1991, *L. Pérez-Ramírez 1397*, *García-Sierra s.n.* (FCME-3941); km 137 autopista Guadalajara-Tepic, Sierra Santa María del Oro, 21.037006N -104.397952O, 1370 m snm, 1-IX-1998, *L. Guzmán-Dávalos 7531* (IBUG).

Pluteus primus Bonnard
Mycol. helv. 4(2): 169, 1991. (Fig. 4A-F)
Holotipo: SUIZA. Cantón Vaud, Jorat, sobre madera de coníferas en descomposición, sin fecha. *JB 87/121*, LAU

Píleo de 65 mm de diám., plano-convexo, subumbonado, centro aterciopelado y hacia el margen escuarroso, margen entero a estriado, en algunas zonas cutícula fácilmente desprendible, de color café-grisáceo con umbo café obscuro. Láminas libres, juntas, ventricosas, borde flocoso, color crema, blanquecino-rosado a rosa. Estípite de 65 × 10 mm ensanchado en la base y ligeramente atenuado hacia él ápice, blanquecino, con fibrillas en la parte media inferior de color grisáceo y en la base estriado-rugoso más obscuro. Contexto blanco y estípite compacto. Olor agradable, fúngico.

Basidiosporas de 6,5–8 (–9) × (4,5–) 5–6,5 μm, Q = 1,25–1,5, ampliamente elipsoides a elipsoides, lisas, de pared gruesa de 1 μm o menor, con apéndice hilar generalmente conspicuo, contenido refringente en gotas, de color verde-oliva en masa con tonos rosados a hialinas. Basidios de 23,5–30 × 7–8,5 (–9,5) μm, tetraspóricos, esterigmas de 2–3 μm de longitud, cilíndricos a claviforme-angostos, escasos y difíciles de observar, de pared delgada, con numerosas gotas de contenido refringente, hialinos, muchas veces colapsados, sin fíbulas. Pleurocistidios de 71–85 (–86,5) × 10–23,7 μm, subutriformes a subfusiforme-ventricosos, metuloides tipo cervinus con 2–3 (–4) apéndices apicales o subapicales, agudos, subagudos, con presencia de espinas laterales hacia el ápice, metuloides de pared gruesa 1,25–3,75 μm , con contenido amarillento a verde-oliva hacia la parte apical y ligeramente hacia la parte media; presentes cerca del borde metuloides tipo *magnus,* de 44–83 × 12,5–17,5 (–19) μm fusiformes-ampliamente fusiformes, de pared gruesa (1–1,25 μm), hialinos con pared refringente de color verde olivo, con espinas hacia él ápice, sin fíbulas. Queilocistidios de 27,5–62,5 × 13,7–27,5 μm, claviformes, agrupados en fascículos, muy abundantes, de pared delgada, hialinos. Pileipellis en cutis, con elementos terminales o hifas de (5–) 11,2–21,2 μm diám, con ápice redondeado, de pared delgada, amarillentas con contenido café-amarillento, septadas, sin fíbulas. Estipitipellis sin caulocistidios, fíbulas ausentes.

Material examinado. MÉXICO. Jalisco: Mpio. de Tapalpa, km 7,5 de la brecha hacia Atemajac de Brizuela, 19.954395N -103.715188O, 2425 m snm, 15-X-1990, *O. Rodríguez 694* (IBUG).

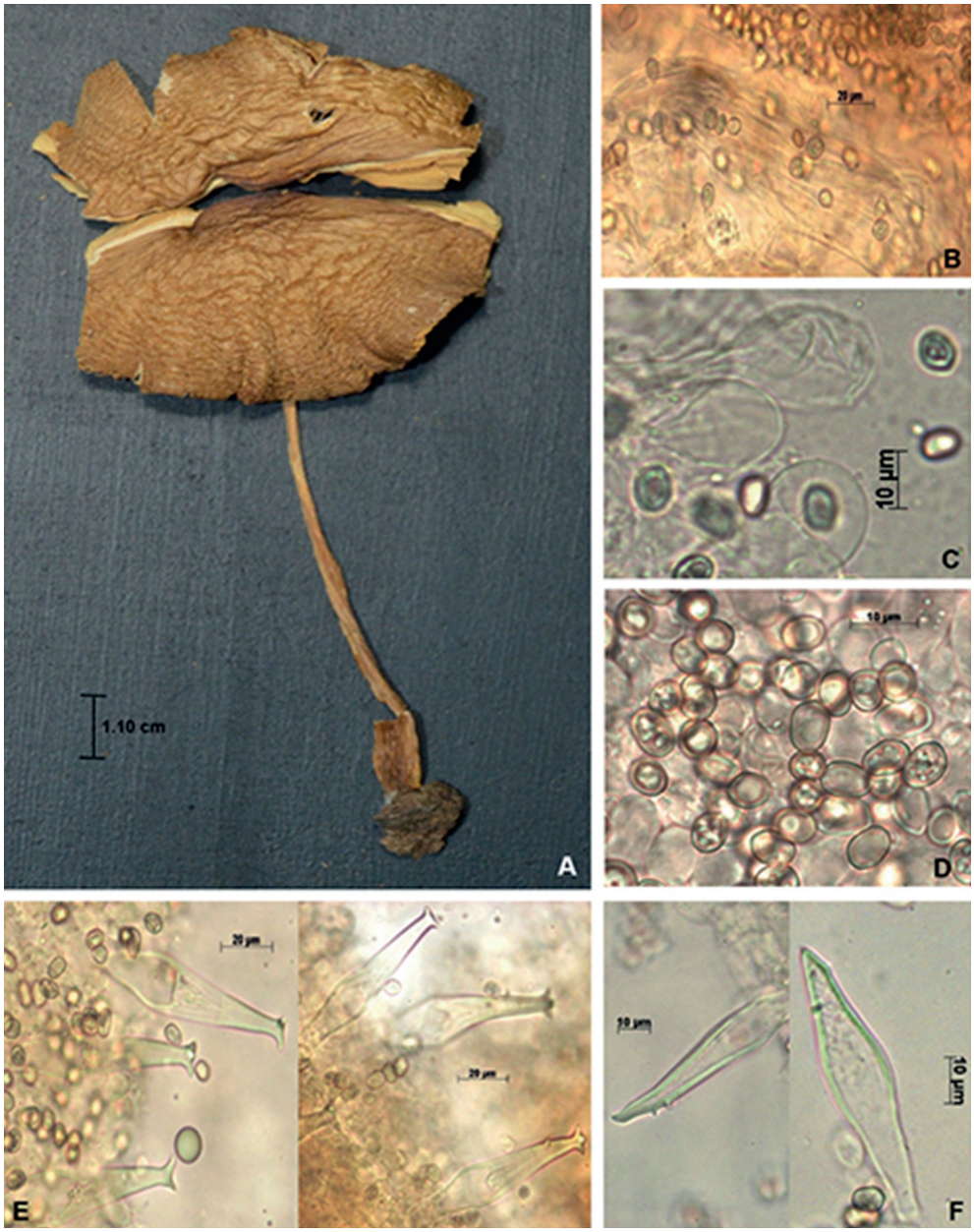


Fig. 4. *Pluteus primus*. A) Basidioma. B) Pileipellis tipo cutis. C) Queilocistidios. D) Basidiosporas. E) Pleurocistidios metuloides tipo "cervinus". F) Pleurocistidios metuloides tipo "magnus". *O. Rodríguez 694* (IBUG).

Fig. 4. *Pluteus primus*. A) Basidiome. B) Pileipellis cutis type. C) Cheilocystidia. D) Basidiospores. E) Metuloid Pleurocystidia of the "cervinus" type. F) Metuloid Pleurocystidia of the "magnus" type. *O. Rodríguez 694* (IBUG).

Pluteus petasatus (Fr.) Gillet
Hyménomycètes (Alençon): 395, 1876

Pluteus petasatus es una especie morfológicamente muy variable caracterizada macroscópicamente por presentar píleo que va de liso a escamoso en el centro o disco, de color blanquecino a café o café oscuro en escamas, y microscopicamente por la ausencia de fíbulas en la pileipellis, basidiosporas cortas y angostas y cistidios metuloides en su mayoría con cuernos cortos.

Material examinado.— MÉXICO. Aguascalientes: Mpio. de Calvillo, cascada Los Alisos, 21.74613N -102.728247, 1900 m snm, *M. Pardavé 1200* (HUAA). Durango: Mpio. de El Salto, km 46 del entronque de la brecha a San Miguel de Cruces con la carretera Durango-Mazatlán, 23.684727N -105.591780, 2200 m snm, *Tenorio y Romero 864* (MEXU). Jalisco: Mpio. de Guadalajara, Guadalajara, 20.659752 -103.349584, 1500 m snm, *L. Guzmán-Dávalos 3037* (IBUG); Guadalajara, 20.648460 -103.337442, 1550 m snm, *L. Guzmán-Dávalos 5228* (IBUG); Guadalajara, 20.659947 -103.347730, 1500 m snm, *L. S. Vázquez 617* (IBUG). SD, *O. Rodríguez 4041* (IBUG). Mpio. de Tequila, km 10-11 de la brecha a la Estación de Microondas Norte, 20.800206 -103.850221, 2600 m snm, *O. Rodríguez 472* (IBUG). Mpio de Zapopan, Instituto de Botánica UDG, 20.747282 -103.512749, 1500 m snm, *O. Vargas 522* (IBUG). Mpio. de Zapotlán el Grande, El Floripondio Nevado de Colima, 19.644551 -103.620438, 2100 m snm, *L. S. Vázquez 771* (IBUG). Michoacán: Mpio. de Charo, km 219-220 carretera Morelia-Toluca Portezuelas, 19.652033 -100.986127, 2100 m snm, *J. Cifuentes 545* (FCME). Mpio. de Tingambato, carretera Uruapan-Pátzcuaro aprox. 2 km al NE de Tingambato, 19.511758 -101.831587, 2300 m snm, *G. Guzmán 18028* (ENCB). Nayarit: Mpio. de Tepic, El Guamuchil km 131 carretera Puerto Vallarta-Tepic, 20.816835 -105.389239, 200 m snm, *L. Guzmán-Dávalos 7716* (IBUG). Veracruz: Mpio. de Coatepec, Zoncuantla camino real Xalapa a Coatepec s.n. casa del Dr. Gastón Guzmán, 19.512425 -96.932755, 1270 m snm, *G. Guzmán 31787* (XAL); *33473* (XAL).

DISCUSIÓN

Las secuencias de ITS de los especímenes estudiados de México formaron cuatro grupos distintos: *Pluteus hongoi*, *Pluteus petasatus*, *Pluteus primus* y un grupo llamado como *Pluteus* sp considerado como una probable especie nueva. *Pluteus petasatus* se comporta como un complejo de especies al igual que *Pluteus exilis* y *Pluteus xylophilus* (Fig. 2).

En el presente trabajo de los 39 ejemplares contemplados anteriormente como *Pluteus cervinus s.l.*, provenientes de seis diferentes estados del país, ninguno correspondió a esta especie, por lo que es probable que este taxón no ocurra en México. De acuerdo a la filogenia obtenida, 22 especímenes se reconocieron como *Pluteus hongoi*, 14 correspondieron a *P. petasatus*, un ejemplar a *P. primus* y dos especímenes a *Pluteus* sp.

En el clado *Pluteus hongoi* los ejemplares mexicanos se agruparon con un soporte de BTS=75 y PP=0,99 con colectas de Alemania, EUA, Suiza y el holotipo proveniente de Japón A4070 (KJ009564), coincidiendo con las características diagnósticas de *P. hongoi* referidas por Justo *et al*. (2014).

Pluteus hongoi es una especie registrada ampliamente en Eurasia desde España hasta el oriente ruso y Japón; en América del Norte sólo citado del este. Se extiende su presencia desde el norte hasta el centro de México habitando principalmente en áreas templadas, en su mayoría en bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, otros en bosques de encino con cierta influencia tropical y bosque de pino.

Esta especie fue descrita por Singer (1989) de Japón, y caracterizada por sus metuloides del tipo "cervinus", queilocistidios claviformes, alargados [43–93 (–110) μm] y una pileipellis gelatinosa. Justo *et al.* (2011b) analizaron secuencias de ITS de múltiples colecciones de *Pluteus cervinus* que resultaron agruparse en dos grandes clados. Uno de estos fue nombrado como clado *Pluteus* aff. *cervinus* diferenciado sólo por datos moleculares. Posteriormente Justo *et al.* (2014) designaron a estos especímenes como *Pluteus hongoi* a pesar de la existencia de colecciones morfológicamente indistinguibles de *P. cervinus.* Sin embargo, sus datos filogenéticos obtenidos de secuencias del gen Tef1 y la región ITS sustentaron la separación de esas dos especies e incorporaron a *Pluteus albineus* Bonnard, *Pluteus major* Singer y *Pluteus nothopellitus* Justo & M.L. Castro como sinónimos heterotípicos de *P. hongoi*.

Justo *et al.* (2014) distinguieron a *Pluteus hongoi* por sus basidiomas con píleo de tonos blanquecinos a café claro y estípite comúnmente glabro; sin embargo, los especímenes mexicanos aquí estudiados presentaron en su mayoría fibrillas o escamas en el estípite. Otro de los caracteres observados por dichos autores es la presencia de pleurocistidios con cuernos comúnmente bífidos, un cutis o ixocutis típicamente con contenido intracelular de color café, así como la presencia en ocasiones de una matriz gelatinizada en la pileipellis, esta última característica fue observada en varios de los especímenes estudiados en este trabajo (Tabla 3).

Los especímenes estudiados morfológicamente coinciden con la descripción de Justo *et al.* (2014), así como las secuencias obtenidas que en su análisis incluye la del tipo (Singer A4070 - KJ009564) lo que permiten relacionarlos con *Pluteus hongoi*, observándose el píleo con tonalidades pálidas, la presencia de metuloides principalmente con apéndices bifurcados y queilocistidios poco abundantes en el borde laminar. Solo uno de los especímenes mexicanos OV551 (Pl 26) presentó estípite liso, en nueve del resto de los individuos presentaron fibrillas (Pl 10, 22, 28, 29, 30, 34, 47, 51 y 341) y la presencia de escamas fue observada en cuatro (Pl 24, 30, 47 y 125) (Tabla 1). Por último, se aporta información no considerada en su diagnosis por Justo *et al.* (2014) sobre *P. hongoi*, como lo es la presencia de escamas y/o caulocistidios en el estípite presentes en el material mexicano.

Tabla 3. Comparación micromorfológica entre diferentes conceptos de *Pluteus hongoi*.

Table 3. Micromorphological comparison among different concepts of *Pluteus hongoi.*

Estructura / carácter	Singer, 1989 *Pluteus hongoi*	Banerjee, 1992 *Pluteus major* = *Pluteus hongoi*	Justo y Castro, 2007 *Pluteus nothopellitus* = *Pluteus hongoi*	Justo *et al.*, 2014 *Pluteus hongoi*	Actual estudio *Pluteus hongoi*
Basidiosporas	6,5–7,7 × 5–5,3 µm	7,6–8,2 × 6–6,4 µm	7,3–8 × 5,1–5,8 µm	5,5–9 × 4,5–7 µm	5,2–9,1 × 4,3–6,4 µm
Q=	SD	SD	1,36–1,54	1,26–1,45	1,26–1,42
Basidios	23,5–29 × 6,5–7,5 µm	16–18 × 6–7 µm	20–35 × 6–9 µm	12–33 × 5–12 µm	19,2–39,3 × 5,5–12 µm
Metuloides tipo cervinus	50–75 × 12–16 µm	35–78 × 12–18 µm	55–90 × 15–25 µm	50–110 × 15–30 µm	48–102,4 × 12–32 µm
Cuernos	SD Espinosos agudos u obtusos. También redondeados en las puntas.	2–5 La mayoría son rectos y largos, también romos, cortos y bífidos.	2–4 Agudos u obtusos en el ápice.	2–5 Mayormente bífidos pero enteros también presentes.	2–4(–5) Principalmente bifurcados, algunos truncados u obtusos. Algunos con espinas laterales delgadas hacia el ápice.
Metuloides tipo magnus	SD	34–66 × 12–18 µm	Similares a los pleurocistidios, pero a veces con pared delgada y/o sin cuernos apicales.	Más pequeños o de pared delgada. Irregulares, sin cuernos o ápices redondeados.	49,2–90 × 13,4–25,4 µm Solo presentes en Pl 47.
Queilocistidios	4–93(–110) × 5–12 µm	25–48 × 20–32 µm	20–70 × 10–25 µm	25–110 × 15–30 µm	26,2–89 × 9–26,4 µm
Caulocistidios	SD	SD	SD	SD	72,5–140 × 13–27,5 µm
Pileipellis	2–6,5 µm diám.	4,6–7 µm diám.	5–28 µm diám.	5–25 µm diám.	3,7–8,7 µm diám.

El clado *Pluteus* sp., secuencias PV232655 y PV232676 (Pl 18 y 187 respectivamente), se agrupó con el clado *P. pouzarianus* (BTS=84 y PP=0,93). *Pluteus* sp. Presenta algunos rasgos diferenciales, como son la forma y el tamaño de las esporas, la ausencia de fíbulas en los septos de la pileipellis y otras estructuras, por lo que se podría tratar de una especie no descrita.

El clado *Pluteus primus*, incluye el holotipo de la especie KJ009679 de Suiza, dos secuencias de material de EUA, uno de Alemania y el espécimen de México PV232674, confirmándose este último como nuevo registro para el país. *Pluteus primus* es una especie reportada para Europa en Alemania, Suiza y la región del Cáucaso, en Norte América presente en la isla de Terranova y California. Se registra su presencia en México, en el estado de Jalisco. De acuerdo con Bonnard (1991) y Justo *et al.* (2014) *Pluteus primus* se caracteriza por presentar fíbulas en prácticamente todos los septos de la pileipellis, esporas ampliamente elipsoides a ovoides, lisas, color ocre-rosado, metuloides numerosos tipo "cervinus", queilocistidios ampliamente claviformes o cilíndricos de hasta 120 (–200) µm de largo, y crecer sobre madera de coníferas muy degradada (*Abies, Picea, Pseudotsuga*). El material aquí estudiado, concuerda en su mayoría con lo citado por Breitenbach y Kränzlin (1995), Justo *et al.* (2014) para *Pluteus primus* (Tabla 4); sin embargo, la presencia de fíbulas en los septos de la pileipellis, carácter distintivo de este taxon, no fue observado en el espécimen mexicano OR694 (Pl 91)

Tabla 4. Comparación micromorfológica de *Pluteus primus*.

Table 4. Micromorphological comparison of *Pluteus primus.*

Estructura / carácter	Bonnard, 1991	Breitenbach y Kränzlin, 1995	Justo *et al*. 2014	Actual estudio
Basidiosporas	7–9(-11) × 5–6,5 µm	6,8–9,6 × 5,1–6,4 µm	7–9,5(–10) × (4,5–)5–7 µm	6.5–9 × (4.5–)5–6.5 µm
Q=	No descrito	1,36–1,54	1,25–1,60	1,25-1,5
Basidios	No descrito	21–28 × 8–10 µm	15–35 × 7–12 µm	23,5–30 × 7–8,5(–9,5) µm
Metuloides tipo cervinus	80–130 × 16–22 µm	75–100 × 17–25 µm	70–115(–130) × 15–25 µm	71–85(–86,5) × 10–23,7 µm
Cuernos	2–4 Truncados con cuello muy estrecho, a menudo bifurcados	2–4 Agudos u obtusos en el ápice	2–4 Usualmente enteros, a veces indistintos	2–3(–4) Usualmente enteros
Metuloides tipo magnus	Más o menos abundantes. No incluye medidas.	No descrito	SD	(67–)70–77,5(–83) × 13–17,5(–19) µm
Queilocistidios	50–200 × 8–30 µm Intermedios: 55–90 × 12–20 µm	35–170 × 9–20 µm	55–120(–200) × 8–25(–30) µm	27,5–70(–71) × 13,75–27,5 µm
Caulocistidios	No descrito	No descrito	SD	SD
Pileipellis	6–10 µm diám.	6–10 µm diám.	6–20 µm diám.	5–21,25 µm diám.
Fíbulas	Presentes en pileipellis	Presentes en pileipellis y basidios	Presentes en pileipellis y otras estructuras	Ausentes

incluido en el clado *P. primus* (Fig. 2). Además, este último material difiere por presentar láminas distantes y los dos tipos de metuloides (“cervinus” y “magnus”) con contenido de apariencia cristalizada, de hialino a color café amarillento hacia la mitad superior. Tanto los pleurocistidios de tipo “magnus” como el contenido observado en ellos son características que no habían sido previamente mencionadas para esta especie de acuerdo a Justo *et al*. 2014. *Pluteus primus* es afín en rasgos micromorfológicos a *P. pouzarianus* principalmente por la presencia de fíbulas en la pileipellis por lo cual, ambas especies se diferencian de *P. cervinus* que no presenta fíbulas y por su olor a rábano (Bonnard, 1991). *Pluteus primus* se diferencia por presentar fíbulas en todos los septos y por la pileipellis con elementos más estrechos que los observados en *P. pouzarianus* (Breitenbach y Kränzlin, 1995).

En lo que respecta al clado *Pluteus petasatus* los especímenes mexicanos estudiados se agruparon con el material neotipo (KJ009705) proveniente de Rusia y el epitipo (KJ009708) originario de EUA (Justo *et al*., 2014). *Pluteus petasatus* es una especie ampliamente distribuida, registrándose para Eurasia y Oceanía en los países bajos, España, Suiza, Rusia, Mongolia, Japón y Papua Nueva Guinea (Vellinga, 1990; Justo y Castro, 2007b; Justo *et al.*, 2014), en el norte de EUA (Banerjee y Sundberg, 1995; Justo *et al.*, 2014), y para Sudamérica en Paraguay (Campi *et al.*, 2019) y Argentina donde se tenía bajo la sinonimia de *P. viscidus* (Singer y Digilio, 1951; Singer, 1958; Justo *et al.*, 2014). En México *P. petasatus* se tenía registrada de Jalisco, Querétaro

Tabla 5. Comparación micromorfológica de *Pluteus petasatus*.

Table 5. Micromorphological comparison of *Pluteus petasatus.*

Estructura / carácter	Vellinga, 1990	Banerjee, 1992	Rodríguez, 2006	Justo et al. 2014	Actual estudio
Basidiosporas	5,5–8 × 3,5–5 µm	5,6–7,6 × 3,8–5,4 µm	5–7 × 3,6–4,8 µm	6,1–7 × 4,2–4,8 µm	(4,3–)5–7,6(–8) × (3,2–)3,3–5,6 µm
Q=	1,3–1,7	SD	1,2–1,63	1,35–1,55	1,27–1,57
Basidios	20–33 × 5–8,5 µm	20–33 × 5–8,4 µm	20,8–33 × 6–8 µm	15–35 × 5–12 µm	18,4–32(–38,2) × 5,5–8,8(–10) µm
Metuloides tipo cervinus	40–80 × 10–21 µm	45–70 × 10–14 µm	51,8–89,3 × 9,6–17,6 µm	45–95 × 10–25 µm	54,4–88,8(–96,8) × 10,4–25,6 µm
Cuernos	(1)2–4 También pueden estar ausentes o indistintos	2–4(5) Algunos con 1–2 cuernos laterales	2–4 Pocos bifurcados, algunos con espinas laterales	2–3 Usualmente enteros, poco desarrollados o con pequeñas espinas laterales	(1–)2–4(–5) µm Versiformes, obtusos, subfusiformes y algunos bifurcados. Pocos con espinas laterales hacia el ápice
Metuloides tipo magnus	SD	Algunos fusoide–ventricosos	52–82,4 × 8–13,6 µm	Más pequeños y/o de pared delgada. Fusiformes sin cuernos apicales con pequeñas espinas laterales	49,6–77,2 × 9,5–20,8 µm
Queilocistidios	35–65 × 10–25 µm	30–65 × 12–18 µm	26,2–48 × 8–18 µm	30–70 × 10–25 µm	26,8–109,6(–132) × 7–29,2 µm
Caulocistidios	SD	SD	SD	SD	SD
Pileipellis	5–00 µm diám.	Hifas hialinas, raramente café	5,6–8,8 µm diám.	6–15 µm diám.	3,2–7,2(–11,8) µm diám.

y Sinaloa (Rodríguez, 2013), sin embargo, con base en los resultados de este estudio, se valida su registro y distribución en el país para los estados de Aguascalientes, Durango, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Veracruz.

Los especímenes estudiados morfológicamente concuerdan con la descripción de Vellinga (1990), Banerjee (1992), Justo *et al.* (2014) (Tabla 5). De acuerdo a Orton (1986) *Pluteus petasatus* tiene afinidad con *P. cervinus* sin embargo su estípite es más fibriloso-escamoso y obscuro en su base, además del grosor de las hifas de la pileipellis y la anchura de las esporas las cuales son características que las separan.

Banerjee (1992) señaló a *Pluteus petasatus* y *Pluteus xylophilus* como especies cercanamente emparentadas, no obstante, destacó que esta última presenta esporas más pequeñas y se encuentra creciendo sobre madera pero nunca en Fagáceas.

Con base en secuencias de la región ITS, varios autores recuperan a *Pluteus petasatus* como monofilético (Banerjee y Sundberg, 1995; Justo *et al.*, 2011a, b, 2014), posteriormente, Menolli *et al.* (2010) realizaron un análisis que incluyó secuencias de ITS y LSU, donde los árboles filogenéticos de cada región mostraron diferentes resultados; a partir de la región ITS, los clados de *P. petasatus* y *P. xylophilus* se separaron con un soporte de Bootstrap (BTS) de 79; no obstante, en la filogenia de LSU ambas especies aparecieron como polifiléticas en un clado no resuelto (BTS = 71).

Cabe señalar que de los especímenes mexicanos que se agrupan en el clado *Pluteus petasatus*, seis ejemplares (Pl 21, 37, 50, 55, 188 y 717) presentaron esporas y pleurocistidios ligeramente más pequeños y angostos, observándose además pleurocistidios de tipo "magnus". De acuerdo a Justo *et al*. (2014) mencionan que este tipo de pleurocistidios a veces puede ser el tipo predominante en algunas colecciones de *P. petasatus*. Dentro de este mismo clado, el ejemplar Pl 98 (PV232682), anteriormente había sido reportado como *Pluteus exilis* de México por Rodríguez *et al.* (1997) y Rodríguez (2006); sin embargo por la presencia de basidiosporas angostas, (3,2–)4–5,2 μm, metuloides carentes de apéndices apicales en su mayoría, y el hábitat observado en este espécimen (Pl 98) se invalida la cita de *P. exilis* para el país, con base en la posición filogenética observada, lo que confirma su afinidad con *P. petasatus* (Fig. 2).

CONCLUSIONES

El uso de secuencias de ITS en conjunto con evidencia morfoanatómica (macro y micromorfologica) facilita el reconocimiento taxonómico de las especies de *Pluteus.* El análisis filogenético identificó que los ejemplares del norte y centro de México registrados anteriormente como *Pluteus cervinus* corresponden a *Pluteus hongoi*, *P. petasatus*, *P. primus* y *Pluteus* sp. Por primera vez se registra en el país a *Pluteus primus* y *P. hongoi*, y se aporta información adicional para la diagnosis de *P. hongoi*: presencia de escamas y/o caulocistidios en el estípite. No se confirma la presencia de *Pluteus exilis* para México, el espécimen estudiado por Rodríguez *et al.* (1997) se valida como *P. petasatus* con base en las secuencias de ITS. Por último, se considera pertinente revisar la determinación y nomenclatura de los ejemplares identificados como *Pluteus cervinus* reportados para el resto del país ya que ninguno de los materiales estudiados aquí concordó molecularmente con el neotipo, por lo que la presencia de esta especie en México es dudosa.

BIBLIOGRAFÍA

Banerjee, P. (1992). A systematic and phylogenetic study of the genus *Pluteus* with special reference to section *Pluteus*. Ph. D. Southern Illinois, University at Carbondale.

Banerjee, P. y Sundberg, W. (1995). The genus *Pluteus* (Pluteaceae, Agaricales) in the Midwestern United States. *Mycotaxon* 53: 189-246.

Bonnard, J. (1987). *Pluteus brunneoradiatus* sp. nov. *Mycologia Helvetica* 2: 141-154.

Bonnard, J. (1988). The cystidia of the section *Pluteus* (Agaricales). *Mycologia Helvetica* 3: 53-72.

Bonnard, J. (1991). *Pluteus primus* sp. nov. (Agaricales, Basidiomycetes). *Mycologia Helvetica* 4: 169-178.

Bonnard, J. (1993). Clé provisoire des Plutées auropéens á boucles (Section *Pluteus*, Agaricales, basidiomycetes). *Mycologia Helvetica* 6: 203-205.

Breitenbach, J. y Kränzlin, F. (1995). Fungi of Switzerland. Agarics 2nd part. (4° Ed). Mykologia Lucerne.

Campi, M., Maubet, T., Cristaldo, E. y Grassi, E. (2019). *Pluteus* Fr. (Pluteaceae, Agaricales) in Paraguay: morphological studies and new records. *Check List* 15 (2): 313-322. https://doi.org/10.15560/15.2.313

Cheng, T., Xu, C., Lei, L., Li, C., Zhang, Y. y Zhou, S. (2015). Barcoding the kingdom Plantae: new PCR primers for ITS regions of plants with improved universality and specificity. *Molecular Ecology Resources* 16 (1): 138-149. https://doi.org/10.1111/1755-0998.12438

Darriba, D., Taboada, G., Doallo, R. y Posada, D. (2012). jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9 (8): 772.

Doyle, J. y Doyle, J. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19: 11-15.

Gardes, M. y Bruns, T. (1993). ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology* 2: 118-132. https://doi.org/10.1111/j.1365-294x.1993.tb00005.x

GenBank. (2025). National Center for Biotechnology Information. Recuperado de https://www.ncbi.nih.gov/genbank/

Hall, T. (1999). BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41: 95-98.

Homola, R. L. (1972). Section *Celluloderma* of the genus *Pluteus* in North America. *Mycologia* 64: 1211-1247.

Horak, E. y Heinemann, P. (1978). Flore illustrée des champignons d'Afrique centrale. (6°Ed). Jardin Botanique National de Belgique.

Justo, A. y Castro, M. (2007b). Observations in *Pluteus* section *Pluteus* in Spain: Two new records from Europe. *Mycotaxon* 102: 209-220.

Justo, A., Malysheva, E., Bulyonkova, T., Vellinga, E., Cobian, G., Nguyen, N., Minnis, A. y Hibbett, D. (2014). Molecular phylogeny and phylogeography of Holartic Species of *Pluteus* section *Pluteus* (Agaricales: Pluteaceae), with description of twelve new species. *Phytotaxa* 180 (1): 1-85. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.180.1.1

Justo, A., Minnis, A., Ghignone, S., Menolli, N., Capelari, M., Rodríguez, O., Malysheva, E., Contu, M. y Vizzini, A. (2011a). Species recognition in *Pluteus* and *Volvopluteus* (Pluteaceae Agaricales): morphology, geography and phylogeny. *Mycological Progress* 10: 453-479. https://doi.org/10.1007/s11557-010-0716-z

Justo, A., Vizzini, A., Minnis, A., Menolli, N., Capelari, M., Rodríguez, O., Malysheva, E., Contu, M., Ghignone, S. y Hibbett, D. (2011b). Phylogeny of the Pluteaceae (Agaricales, Basidiomycota): taxonomy and character evolution. *Fungal Biology* 115 (1): 1-20. https://doi.org/10.1016/j.funbio.2010.09.012

Katoh K. y D. M. Standley. (2013). MAFFT Multiple sequence alignment software version 7: improvements in performance and usability. *Molecular Biology and Evolution* 30: 772-780. https://doi.org/10.1093/molbev/mst010

Kaygusuz, O., Türkekul, I., Knudsen, H. y Faruk, Ö. (2019). New records of *Pluteus* section *Hispidoderma* in Turkey Based on morphological characteristics and molecular data. *Phytotaxa* 413 (3): 175-206. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.413.3.1

Kirk, P., Cannon, P., Minter, D. y Stalpers, J. (2008). Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi. CAB International, Wallingford.

Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C. y Tamura, K. (2018). MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution* 35 (6): 1547-1549. https://doi.org/10.1093/molbev/msy096

Largent, D., Johnson, D. y Watling, R. (1977). How to identify mushrooms to genus III: microscopic features. Mad River Press, Eureka.

Menolli, N. y Capelari, M. (2013). One hundred fourteen years of *Pluteus* in Brazil Collections studied by Hennings and Rick. *Mycotaxon* 126 (1): 191-226.

Menolli, N., Justo, A. y Capelari, M. (2015a). Phylogeny of *Pluteus* section *Celluloderma* including eight new species from Brazil. *Mycologia* 109 (6): 1205-1220. https://doi.org/10.3852/14-312

Menolli, N., Justo, A. y Capelari, M. (2015b). *Pluteus* section *Hispidoderma* in Brazil with new records based on morphological and molecular data. *Cryptogamie Mycologie* 36 (3): 331-354. https://doi.org/10.7872/crym/v36.iss3.2015.331

Menolli, N., Asai, T. y Capelari, M. (2010). Records and new species of *Pluteus* from Brazil based on morphological and molecular data. *Mycology* 1 (2): 130-153. https://doi.org/10.1080/21501203.2010.49353

Miller, M., Pfeiffer, W. y Schwartz, T. (2010). Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. *Gateway Computing Environments Workshop* 1: 1-8. https://doi.org/10.1109/GCE.2010.5676129

Moncalvo, J., Lutzoni, M., Rehner, F., Johnson, S. y Vilgalys, R. (2000). Phylogenetic Relationships of Agaric Fungi Based on Nuclear Large Subunit Ribosomal DNA Sequences. *Systematic Biology* 49 (2): 278-305. https://doi.org/10.1093/sysbio/49.2.278

Moncalvo, J., Vilgalys, R., Redhead, S., Johnson, J., James, T., Catherine, M., Valerie, H., Verduin, S., Larsson, E., Baroni, T., Thorn, R., Jacobsson, S., Clémençon, H. y Miller, O. (2002). One hundred and seventeen clades of euagarics. *Molecular phylogenetics and evolution* 23 (3): 357-400. https://doi.org/10.1016/S1055-7903(02)00027-1

Nopparat, W., Kakarin, S., Surapong, K. y Jutarong, K. (2022). Two Novel Species and Two New Records within the Genus *Pluteus* (Agaricomycetes, Agaricales) from Thailand. *Diversity* 14 (3): 156. https://doi.org/10.3390/d14030156

Orton, P. D. (1986). Pluteaceae: *Pluteus* & *Volvariella*. En: D. M. Henderson, P. D. Orton and R. Watling (Eds.), *British fungus flora: Agarics and bolete*. Escocia (pp. 01-98). Edimburgo: Royal Botanic Garden.

Rambaut, A. (2018). FigTree v1.4.4. Institute of Evolutionary Biology, University of Edimburgh. Recuperado de http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/

Rodríguez, O. (2006). Contribución al estudio taxonómico del género *Pluteus* (Agaricales) en México. (Tesis Doctoral), Facultad de Biología, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España.

Rodríguez, O. (2013). El género *Pluteus* (Agaricales, Pluteaceae) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: S128-S151. https://doi.org/10.7550/rmb.31610

Rodríguez, O. y Guzmán-Dávalos, L. (1997). New additions to the genus *Pluteus* (Pluteaceae, Agaricales) for Mexico. *Micologia Neotropical Aplicada* 10: 83-91.

Rodríguez, O. y Guzmán-Dávalos, L. (2001). Clave dicotómica de las especies del género *Pluteus* Fr. (Pluteaceae) conocidas de la región de Nueva Galicia y algunas áreas aledañas, México. *Acta Botanica Mexicana* 57: 23-36. https://doi.org/10.21829/abm57.2001.882

Rodríguez, O. y Guzmán-Dávalos, L. (2007). Nuevos registros de *Pluteus* Fr. (Basidiomycetes, Agaricales, Pluteaceae) en México. *Acta Botanica Mexicana* 81: 21-39. https://doi.org/10.21829/abm80.2007.1044

Rodríguez, O. y Guzmán-Dávalos, L. (2008). *Pluteus neotropicalis* (Pluteaceae, Agaricales), a new species from tropical-subtropical México. *Mycotaxon* 103: 273-278.

Rodríguez, O., Moreno, G. y Heykoop, M. (2004). El género *Pluteus* en México, diagnosis latinas y comentarios taxonómicos, corológicos y ecológicos. *Boletín de la Sociedad micológica de Madrid* 28: 291-314.

Rodríguez, O., Vargas, O. y Guzmán-Dávalos, L. (1997). New reports of *Pluteus* Mexico. *Mycotaxon* 61: 473-480.

Rodríguez, O., Galván-Corona, A., Villalobos-Arámbula, A., Rodríguez, A. y Guzmán-Dávalos, L. (2010). A new species of *Pluteus* (Pluteaceae, Agaricales) from México. *Mycotaxon* 112: 163-172.

Rodríguez, O., Galván-Corona, A., Villalobos-Arámbula, A., Vargas, G. y Guzmán-Dávalos, L. (2009). *Pluteus horakianus*, a new species from Mexico. *Sydowia* 61 (1): 41-56.

Ronquist, F. y Huelsenbec, J. (2003). MrBayes3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19: 1572-1574. https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btg180

Schoch, C., Seifert, K., Huhndorf, S., Robert, V., Spouge, J., Levesque, C. y Chen, W. (2012). Nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS) region as a universal DNA barcode marker for fungi. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 6241-6246. https://doi.org/10.1073/pnas.1117018109

Singer, R. (1956). Contributions toward a monograph of the genus *Pluteus*. Transactions of the *British Mycological Society* 39: 145-232.

Singer, R. (1958). Monograph of south American Basidiomycetes, especially those of the east slope of the Andes and Brazil. The genus *Pluteus* in South America. *Lloydia* 21: 195-299.

Singer, R. (1961). Monographs of South American Basidiomycetes, especially those of the east slope of the Andes and Brazil. Vol. 4. *Inocybe* in the Amazone region, with a supplement to part 1 (*Pluteus* in South America). *Sydowia* 15: 112-134.

Singer, R. (1986). The Agaricales in modern taxonomy. (4ª Ed). Koeltz, Koenigstein.

Singer, R. (1989). New taxa and new combinations of Agaricales (Diagnoses Fungorum Novorum Agaricalium IV). *Fieldiana Botany* 21: 1-33.

Singer, R. y Digilio, A. P. L. (1951). Pródromo de la Flora Agaricina Argentina. *Lilloa* 25: 5-461.

Smith, A. H. y Stuntz, D. E. (1958). Studies on the genus *Pluteus* I. Redescriptions of American species based on a study of type specimens. *Lloydia* 21: 115-136.

Stamatakis, A., Hoover, P. y Rougemont, J. (2008). A rapid bootstrap algorithm for the RAxML, Web-Servers. *Systematic Biology* 75 (5): 758-771. https://doi.org/10.1080/10635150802429642

Ulloa, M. (1991). Diccionario ilustrado de micología. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Vellinga, E. (1988). Glossary. In: C. Bas, T. H. Kuyper, M. E. Noordeloos and E. Vellinga (Eds.), *Flora Agaricina Neerlandica* (Vol. 1) (pp. 54-64). Rhotterdam: Balkema.

Vellinga, E. (1990). Pluteaceae. In: C. Bas, T. H. Kuyper, M. E. Noordeloos and E. Vellinga (Eds.), *Flora Agaricina Neerlandica* (Vol. 2) (pp. 31-64). Rhotterdam: Balkema.

Vellinga, E. y Schreurs, J. (1985). Notulaead floram agaricinam neerlandica VIII. *Pluteus* Fr. In west Europe. *Persoonia* 12: 337-373.

Villaseñor, J.L. y Ortiz, E. (2025). Floristic richness comparison among the Mexican states. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 96: e965505. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2025.96.5505

White, T., Bruns, T., Lee, S. y Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: M. Innis, D. Gelfand, J. Sninsky and T. White (Eds.), *PCR Protocols: A guide to methods and applications*. (pp. 315-322). New York: Academic Press.