

EL GÉNERO *AMANITA* (AMANITACEAE, AGARICALES, BASIDIOMYCOTA) ASOCIADO A CULTIVOS FORESTALES DE PINO EN LA MESOPOTAMIA ARGENTINA

A. Judit Batista^{1,2*} , Alex E. Somrau¹ , Natalia A. Ramirez^{1,2} , Emanuel M. Grassi³ ,
M. Victoria Vignale^{3,4}  & Nicolás Niveiro^{1,2} 

¹ Instituto de Botánica del Nordeste, Universidad Nacional del Nordeste - CONICET, Sargento Cabral 2131, CP 3400, Corrientes, Corrientes, Argentina; *adriana.judit.99@gmail.com (autor corresponsal).

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Av. Libertad 5470, CP 3400, Corrientes, Corrientes, Argentina.

³ Instituto de Biotecnología Misiones (InBioMis), Universidad Nacional de Misiones - CONICET, CP 3400, Garupa, Misiones, Argentina.

⁴ Instituto Misionero de Biodiversidad (IMiBio), CP 3370, Posadas, Misiones, Argentina.

Abstract. Batista, A. J.; A. E. Somrau, N. A. Ramirez, E. M. Grassi, M. V. Vignale & N. Niveiro. 2025. The genus *Amanita* (Amanitaceae, Agaricales, Basidiomycota) associated with pine forest plantations in Argentine Mesopotamia. *Darwiniana*, nueva serie 13(2): 348-365.

The introduction of forest species, such as pine, favors the co-invasion of symbiont ectomycorrhizal fungi. Argentine Mesopotamia is one of the regions with the largest area of plantations in the country, but little is known about the species of ectomycorrhizal fungi that were introduced with these plantations. The aim of this work is to report *Amanita* species associated with pine plantations in the provinces of Misiones, Corrientes and Entre Ríos. Materials collected during the last 10 years and deposited in the CTES and SLP collections were studied. Specimens were identified by morphoanatomical analysis and, in some cases, by molecular analysis. Six species were identified: *A. gemmata*, *A. lavendula*, *A. muscaria*, *A. persicina*, *A. phalloides* and *A. rubescens*. The species *A. lavendula* and *A. persicina* are new records for the country. The importance of being aware of the presence of two deadly toxic species in the region, such as *A. gemmata* and *A. phalloides*, is emphasized.

Keywords. Toadstool, introduced species, diversity, pine plantations.

Resumen. Batista, A. J.; A. E. Somrau, N. A. Ramirez, E. M. Grassi, M. V. Vignale & N. Niveiro. 2025. El género *Amanita* (Amanitaceae, Agaricales, Basidiomycota) asociado a cultivos forestales de pino en la Mesopotamia argentina. *Darwiniana*, nueva serie 13(2): 348-365.

La introducción de especies forestales, como el pino, favorece la co-invasión de hongos ectomicorrízicos simbioses. La Mesopotamia argentina es una de las regiones con mayor superficie de plantaciones del país, pero se sabe muy poco acerca de las especies de hongos ectomicorrízicos que fueron introducidas con estas plantaciones. Este trabajo tiene como objetivo dar a conocer las especies de *Amanita* asociadas a las forestaciones de pino en las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos. Se estudiaron los materiales recolectados durante los últimos 10 años y depositados en las colecciones CTES y SLP. Los especímenes fueron identificados mediante análisis morfo-anatómicos y, en algunos casos, mediante análisis moleculares. Se identificaron seis especies: *A. gemmata*, *A. lavendula*, *A. muscaria*, *A. persicina*, *A. phalloides* y *A. rubescens*. Las especies *A. lavendula* y *A. persicina* constituyen nuevos registros para el país. Se recalca la importancia de tener conocimiento sobre la presencia de dos especies tóxicas mortales en la región como *A. gemmata* y *A. phalloides*.

Palabras clave. Hongos tóxicos, especies introducidas, diversidad, plantaciones de pino.

INTRODUCCIÓN

La Mesopotamia argentina es la región comprendida entre los ríos Paraná y Uruguay en el Nordeste de Argentina, incluye a las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos, y es la región que concentra el 92 % de la actividad forestal del país (Fassola et al., 2009; Mora Alfonsín, 2023). Las principales especies cultivadas en la región son *Pinus taeda* L., *P. elliottii* Engelm. y *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden. Estas especies presentan la peculiaridad de que son micorrízicas obligadas (Nuñez et al., 2009; Hayward et al., 2015), por lo que la introducción de estas especies favorecen la co-invasión, de forma deliberada o natural, de sus simbiontes ectomicorrízicos (Dickie et al., 2010; Nuñez et al., 2013; Hayward et al., 2015). Esta co-invasión fue registrada previamente para plantaciones forestales introducidas en la región patagónica (Salgado Salomón et al., 2011; Hayward et al., 2015) y el centro de Argentina (Daniele et al., 2005; Urcelay et al., 2017). Para las plantaciones de pinos del nordeste de Argentina se han registrado géneros adventicios como *Pisolithus* Alb. & Schwein. (Deschamps & Gelid, 1988), *Suillus* Gray y *Lactarius* Pers. (Niveiro et al., 2009; Grassi et al., 2021; Somrau et al., 2024), *Russula* Pers. (Ramirez et al., 2022), e incluso especies saprotóficas como *Pseudomerulius* Jülich (Somrau et al., 2022), pero no se han registrado especies de *Amanita* Pers. hasta el momento.

Amanita es un género de hongos agaricoides caracterizado por sus basidiomas de tamaño mediano a grande, de coloración variada, generalmente vistosa, con laminillas libres, de esporada blanca, y de desarrollo hemi-angiocárpico, protegidos en estado joven por un velo parcial, que origina un anillo, y un velo universal, que al madurar, deja restos en forma de una volva en la base del pie, y remanentes en forma de escamas en la superficie del píleo (Corner & Bas, 1962; Bas, 1969; Singer, 1986; Yang, 1997, 2005, 2015; Galli, 2001; Neville & Poumarat, 2004). El género *Amanita* fue dividido, dejando a las especies saprotófitas relacionadas a las secciones *Lepidella* E.-J. Gilbert y *Aspidella* E.-J. Gilbert en *Saproamanita* Redhead, Vizzini, Drehmel & Contu, y las especies ectomicorrízicas en *Amanita* (Redhead et al., 2016).

Según Niveiro & Albertó (2012) *Amanita* cuenta con 22 especies conocidas en Argentina, incluyendo 4 especies recientemente transferidas a *Saproamanita* por Redhead et al. (2016). Estas se distribuyen principalmente en la región Patagónica, Pampeana, y con algunos registros en el noroeste argentino, no existiendo registros previos de *Amanita* publicados para la Mesopotamia (Niveiro & Albertó, 2012). El objetivo del presente trabajo

es dar a conocer seis especies de *Amanita* para la región, describiendo por primera vez para Argentina a *A. lavendula* y a *A. persicina*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colección, análisis morfo-anatómico e identificación

Se analizaron los especímenes de *Amanita* depositados en las colecciones “Briófitas, algas y hongos” del herbario del Instituto de Botánica del Nordeste (CTES) y en la colección micológica del herbario del Instituto Misionero de Biodiversidad (SLP) (acrónimos según Thiers 2025). Otros especímenes fueron recolectados en muestreos aleatorios en diferentes localidades de las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos. Los mismos fueron fotografiados y descritos macroscópicamente “*in situ*”. Para la identificación taxonómica los ejemplares fueron analizados macro y microscópicamente siguiendo los criterios y terminología propuestas por Vellinga (1988) y Lodge et al. (2004). Los colores siguen los códigos de Kornerup & Wanscher (1978). Para el análisis microscópico, se realizaron cortes a mano alzada a fin de observar los elementos del revestimiento pileico, del contexto del píleo y del estípote, basidiosporas, basidios, cistidios y trama himenoforal. Los cortes fueron montados en una solución de hidróxido de potasio (KOH 5%) teñidos con floxina acuosa al 1%, y reactivo de Melzer (Wright & Albertó, 2002). Las medidas de todas las estructuras microscópicas se realizaron mediante fotografías tomadas del microscopio con cámara incorporada Leica EC3 utilizando el software ImageJ (Schneider et al., 2012), y se proporcionan los intervalos del valor mínimo-máximo. Para las basidiosporas se brinda además el valor promedio (\bar{x}), el coeficiente Q (longitud/diámetro), el valor medio del coeficiente Q (Q_x), el número de esporas medidas (n), y el número de basidiomas de los cuales se han medido las esporas (N). Los autores de los nombres científicos se indican de acuerdo al Index Fungorum-Authors of Fungal Names (2025). Mycobank (2025) fue utilizado para colocar la información de los materiales tipo. El material colectado fue procesado y posteriormente depositado como referencia en la colección micológica de los herbarios CTES y del SLP.

Extracción, amplificación y secuenciación de ADN

Para corroborar las identificaciones morfológicas, se realizó la extracción de ADN para el análisis de la región espaciadora del transcrito ribosomal interno (ITS), la cual fue sugerida como marcador universal para el estudio de los hongos (Ivanova et al., 2008; Schoch et al., 2012). La ex-

tracción del ADN se realizó a partir de pequeños trozos del basidioma (principalmente del ápice del estípito o del contexto del pileo), previamente deshidratado utilizando el kit de extracción Zymo Research, siguiendo las instrucciones correspondientes.

La amplificación del ITS se realizó mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) utilizando los cebadores ITS1-F (5'-CTGGT-CATTTAGAGGAAGTAA-3') e ITS4-B (5'-CA-GGAGACTTGTACACGTCAG-3') (Gardes & Bruns, 1993). Para la PCR, se utilizó el protocolo modificado de Ivanova & Grainger (2006), cuyas concentraciones finales fueron 5% de trealosa, 1X de buffer, 2.5 mM de MgCl₂, 0.2 μM de cada cebador (directo y reverso), 0.2 μM de dNTPs, 1U de Platinum Taq Polimerasa (Invitrogen), y 30-50 ng/μl de DNA templado. La concentración de ADN se determinó utilizando un espectrofotómetro SmartSpec™ Plus (Bio-Rad). Se utilizó un termociclador Vapo.protect (epENDORF) y las condiciones de la reacción fueron las siguientes: 94 °C durante 5 min, seguido de 35 ciclos de desnaturalización a 94 °C durante 30 s, alineamiento a 56 °C durante 30 s y elongación a 72 °C durante 45 s; seguido de una extensión final a 72 °C durante 10 min. El producto amplificado fue revelado mediante una electroforesis en gel de agarosa 1% y posteriormente secuenciado en Macrogen (Seúl, Corea).

Las secuencias obtenidas fueron ensambladas y editadas manualmente utilizando el software Geneious 9.1.4 (Kearse et al., 2012) y depositadas en la base de datos de Genbank. Se utilizó la herramienta BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) para comparar las secuencias obtenidas con las depositadas en la base de datos de Genbank, considerando las secuencias más afines y con un e-value = 0.0.

RESULTADOS

Se reporta la presencia de 6 especies del género *Amanita* en la Mesopotamia argentina. Se proporcionan descripciones de las especies que constituyen nuevos registros del género *Amanita* para el país: *A. lavendula* (Coker) Tulloss, K. W. Hughes, Rodrig.-Cayc. & Kudzma y *Amanita persicina* (D. T. Jenkins) Tulloss & Geml. Además, se describe a *A. rubescens* Pers., especie mencionada para la Patagonia argentina (Romano & Kuhar, 2017), pero cuyos materiales no fueron descritos para la región. Se detallan observaciones de las especies *A. gemmata* (Fr.) Bertill., *A. muscaria* (L.) Lam. y *A. phalloides* (Vaill. ex Fr.) Link, contribuyendo al registro y seguimiento de su distribución en el territorio.

Se obtuvieron 4 secuencias de ITS que están a disposición en Genbank, tres que corresponden

a especímenes de *A. lavendula* (PV235613, PV235614, PV235615) y una de *A. rubescens* (PV235870).

Amanita gemmata (Fr.) Bertill., Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales 1 (3): 496 (1866). *Agaricus gemmatus* Fr., Epicrisis Systematis Mycologici: 28 (1838) [MB#202929]. TIPO: Tab. 15, fig. 3 (Paulet, Mém. de la Soc. de Medecine, Paris 1776); Tab. 158, fig. 3 (Bulliard, Hist. 1776). Fig. 1.

Referencias: Véase Albertó et al. (2002) para una descripción de la especie.

Hábitat y hábito: basidiomas solitarios a agrupados, en plantaciones forestales de pino.

Distribución: Ampliamente distribuida en Europa y América del Norte, con registros aislados en Asia, Oceanía, América Central y América del Sur (GBIF 2023). En Sudamérica citada para Chile (Behn & Gerardino, 1967; Concha et al., 1979; Lazo, 1982; Singer, 1986) y Argentina, en la provincia de Buenos Aires (Albertó et al., 2002).

Observaciones: los especímenes analizados coinciden con la descripción de Albertó et al. (2002). Esta especie se caracteriza por presentar un pileo de color amarillo pálido, una volva membranosa con dehiscencia apical y esporas inamiloides. *Amanita gemmata* forma ectomicorizas con pinos, y puede confundirse con otras especies del mismo género presentes en la región, como *A. pantherina* (DC.) Krombh y *A. phalloides*, citadas para Argentina. Sin embargo, según Lechner y Albertó (2008), *A. pantherina* se distingue por el color castaño oliváceo del pileo y las dimensiones de sus esporas, que son de 10-15 (-18) x 5-8,5 μm, mientras que en *A. gemmata* las esporas miden 8-10 x 6-7 μm (Albertó et al., 2002). Morfológicamente, *A. gemmata* también se asemeja a *A. xylinivolve* Tulloss, Ovrebo & Halling, citada para Sudamérica, pero según Tulloss et al. (1992), se diferencian principalmente por las características de las esporas: *A. xylinivolve* presenta esporas marcadamente globosas, con un valor promedio de Q de 1,08, mientras que en *A. gemmata* las esporas son subglobosas a elipsoidales, con un valor medio de Q de 1,39.

Existe consenso entre distintos autores respecto a la toxicidad de *A. gemmata*. De acuerdo con Phillips (1981) y Albertó et al. (2002), esta especie se considera tóxica y ocasionalmente mortal.

Material examinado. ARGENTINA. **Entre Ríos**, Depto. Concordia, Concordia, EEA INTA Concordia, *Pinus taeda* forestal, 31°22'07"S 58°06'54"W, 6/06/2024, *A. E. Somrau* 69, 71, 79, 83 (CTES).

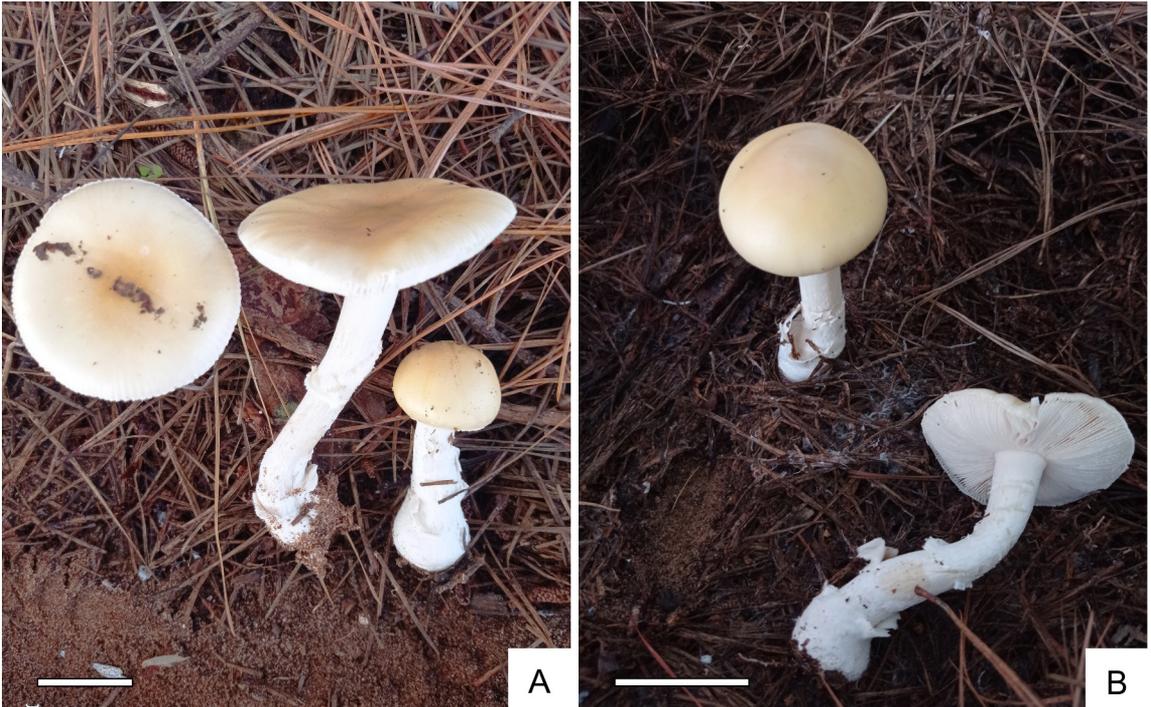


Fig. 1. Aspecto general y hábito de *A. gemmata*: A-B, A. E. Somrau 69 (CTES). Escalas: 20 mm.

Amanita lavendula (Coker) Tulloss, K.W. Hughes, Rodrig.-Cayc. & Kudzma, *Amanitaceae* 1 (2): 2 (2015). *Amanita mappa* var. *lavendula* Coker, J. Elisha Mitchell Scient. Soc. 33(1-2): 39, pl. 22-23, 64 (1917). [MB##807618]. LECTOTYPE: U.S.A., North Carolina, Orange Co., Chapel Hill, Battle's Branch, short distance above first bridge, woods, 27.X.1914 H. R. Totten s.n. [W. C. Coker 1432]. Figs. 2-3.

Descripción

Basidiomas solitarios a agrupados. Píleo de 20-60 mm de diámetro, convexo a plano convexo. Superficie de color amarillo pálido (3A3) en el centro a blanco amarillento (4A32) en los márgenes, con escasas manchas de color marrón claro (5D7), sin restos velares aparentes en forma de escamas. Consistencia viscosa en material fresco, volviéndose seca al deshidratarse. Margen estriado, sin restos velares aparentes. Contexto de color blanco, que se torna amarillo pálido (2A3) al ser cortado, de 5-8 mm de grosor en el centro del píleo. Laminillas libres, próximas, blancas, ventricosas, de 3-5 mm de ancho. Estípote 70-110 x 4-6 mm, central, cilíndrico, ensanchado en la base, blanco amarillento (1A2) en ejemplares frescos, tornándose de color beige (4C3) en ejemplares deshidratados. Bulbo de 10,5 a 20 mm

de diámetro, cubierto por restos del velo universal, formando una volva membranosa, parcialmente desintegrada, de color blanco a amarillo pálido (2A3). Anillo persistente, membranáceo, de color blanco a blanco amarillento. Esporada blanca.

Basidiosporas de (5,8-) 7,5-9,7 x (4,5-) 6,7-8,5 μm ; $x=8,6$ x 7 μm ; $Q=1,17-1,20$; $Qx=1,22$, $n=20$, globosas a subglobosas, hialinas, de pared delgada, amiloides, con apículo evidente. Basidios (22-) 33,5-42 x (6-) 7,4-12,7 μm , claviformes, tetrasporados. Subhimenio formado por células infladas, (-7) 13-40 (-60,3) x 5,7-13,9 (-19) μm , subglobosas a irregulares. Trama lamelar bilateral, formada por hifas alargadas de (1,3-) 2,5-22,7 μm de diámetro, con presencia de hifas vasculares, de 3,6-6,9 μm de diámetro. Pileipellis formada por una ixocutis, con hifas delgadas y alargadas, de 1,6-8 μm de diámetro, de contorno sinuoso, con septos simples, dispuestas de forma subparalela embebidas en una matriz gelatinosa. Contexto del píleo formado principalmente por células alargadas, de 2,5-14 μm de diámetro, entremezcladas con células infladas de 13-55,7 x 7,8-20 μm , de forma irregular; hifas vasculares presentes, escasas, de 4-11,3 μm de diámetro. Remanentes del velo universal en el píleo no observados. Remanentes del velo universal en el estípote formados principalmente por

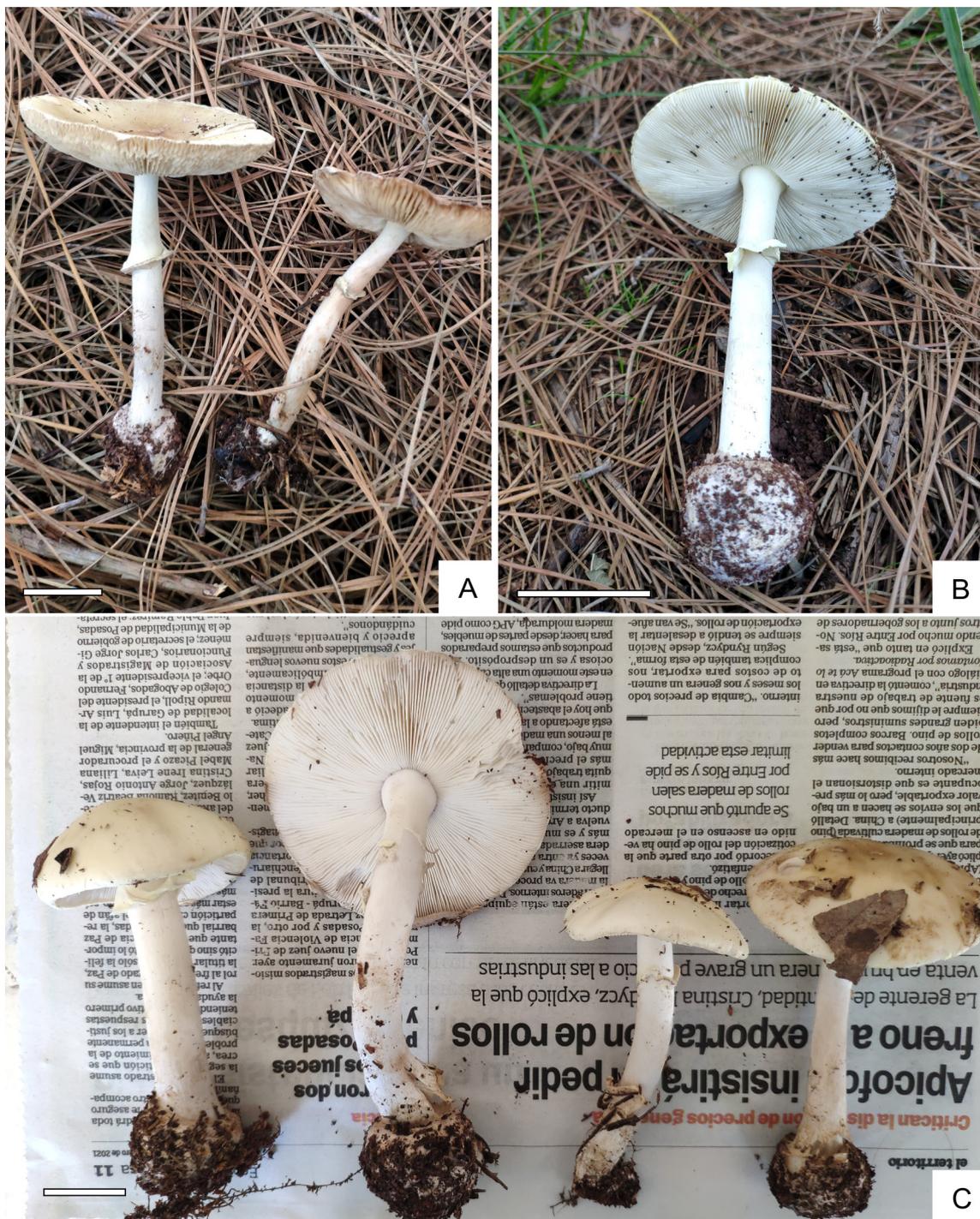


Fig. 2. Aspecto general y hábito *A. lavenderula*: A-B, M. V. Vignale 333 (SLP). C, M. V. Vignale 380 (SLP). Escalas: 20 mm.

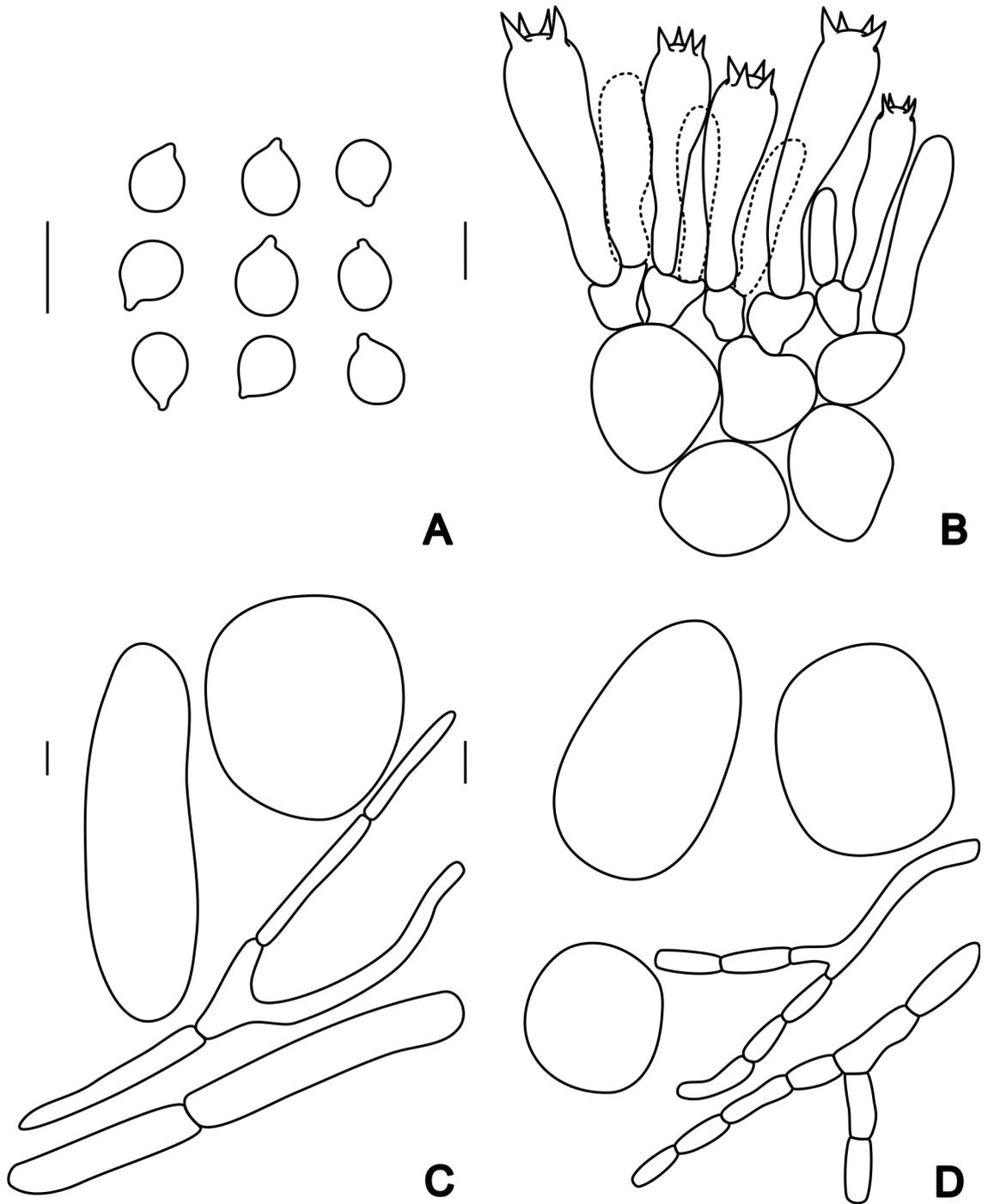


Fig. 3. Detalles microscópicos de *A. lavendula* [M. V. Vignale 333 (SLP)]: **A**, basidiosporas. **B**, basidios y subhimenio. **C**, elementos de la volva. **D**, elementos del anillo. Escalas: 10 μ m.

hifas filamentosas, alargadas de 3-12,5 µm de diámetro, de pared delgada, entremezcladas con hifas de 30-87,2 x 21,9-76,3 µm, subglobosas a claviformes, ocasionalmente subcilíndricas, de pared delgada, dispersas. Estipitipellis formada por hifas de 2-14,3 µm de diámetro, alargadas, dispuestas de forma paralela. Contexto del estípite formado por células alargadas, de mayor tamaño que las hifas de la pellis, de 7-37,5 µm de diámetro, dispuestas de forma subparalela. Caulocistidios claviformes a cilíndricos, de 29,8-80,3 x 16-29 µm, dispersos. Anillo formado por hifas subglobosas a alargadas, de 16,3-70,9 x 9-37,8 µm, de paredes delgadas y células filamentosas, delgadas de 2,5-8,6 µm de diámetro.

Hábitat y hábito: basidiomas solitarios a agrupados, en plantaciones forestales de pino.

Distribución: Especie distribuida en México y Estados Unidos (GBIF, 2023). Citada para Estados Unidos, Canadá y Costa Rica (Hughes et al., 2018), y Argentina en este trabajo.

Observaciones: esta especie fue descrita originalmente por Coker (1917) como *Amanita mappa* var. *lavendula* para la región Este de Estados Unidos, y posteriormente fue renombrada como *Amanita lavendula* por Tulloss et al. (2015). De acuerdo con la descripción original, se caracteriza por la presencia de restos velares sobre el píleo y la volva de color lavanda (Coker, 1917). Tulloss et al. (2015) explican que el epíteto “lavendula” hace referencia a la coloración púrpura-lavanda que adquiere el material al congelarse a 2°C. Sin embargo, en las muestras analizadas no se observaron tonalidades lavanda en ninguna de las estructuras mencionadas por los autores, lo que podría deberse al procesamiento de las muestras recolectadas y al estado del material herborizado. El resto de los caracteres macro y micromorfológicos de nuestros ejemplares coinciden con las descripciones de *A. lavendula* realizadas por Tulloss et al. (2015).

Por otra parte, la secuencia de ITS de nuestros ejemplares (PV235613, PV235614, PV235615) mostraron altos porcentajes de similitud con secuencias identificadas como *A. lavendula* de Estados Unidos (99.69% de identidad con *A. lavendula* - KP877537 y 99.54 % de similitud con el espécimen *A. lavendula* - KP877544).

Material examinado: ARGENTINA. **Misiones**, Depto. Puerto Iguazú, Pto. Bossetti, Arauco S.A., pinar Arauco, 25°51'21"S 54°35'25"W, 26/07/2020, *M. V. Vignale* 283 (SLP). Ib., 18/07/2021, *M. V. Vignale*, 333 (SLP). Puerto Iguazú, en plantaciones de *Pinus taeda*, 25°43'54"S 54°28'34"W, 02/07/2021, *M. V. Vignale* 332 (SLP).

Amanita muscaria (L.) Lam., Encyclopédie Méthodique, Botanique 1-1: 111 (1783). *Agaricus muscarius* L., Species Plantarum: 1172 (1753) [MB#375287]. NEOTIPO: Sweden, Ångermanland, Nordingrån Parish, summer 1974, R.H. Petersen TENN 39847. Fig. 4.

Referencias: véase Wright & Albertó (2002), Daniele et al. (2005) y Domínguez et al. (2021).

Hábitat y hábito: basidiomas dispersos a agrupados, en plantaciones forestales de pino.

Distribución: Especie ampliamente distribuida en regiones templadas y frías de ambos hemisferios (GBIF, 2023). Para Argentina se encuentra previamente citada para las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Mendoza y la Región Andino-patagónica (Niveiro & Albertó, 2012). Los presentes representan los primeros registros para la provincia de Misiones.

Observaciones: los materiales analizados coinciden con la descripción de Daniele et al. (2005). Esta especie fue descrita en Europa y representa la especie tipo de *Amanita* (Gilbert, 1940; Galli, 2001; Neville y Poumarat, 2004). Es fácilmente reconocible por sus basidiomas relativamente grandes, píleo de color rojo a anaranjado con remanentes del velo universal dispersos como escamas en la superficie, y tener basidiosporas relativamente grandes 9,0–12,5 x 7,0–8,5 µm (Cui et al., 2018; Zhou et al., 2023).

Amanita muscaria ha sido tradicionalmente considerada una sola morfoespecie con numerosas variedades, fácilmente reconocibles y de amplia distribución en el mundo, con un amplio nicho ecológico (Jenkins, 1977, 1986; Thiers, 1982; Tulloss et al., 1995; Contu, 2000; Wasser, 2000; Bhatt et al., 2003; Neville & Poumarat, 2004; Oda et al., 2004; Yang, 2005; Geml et al., 2006; Yang, 2015; Vargas et al., 2017; Cui et al., 2018). Sin embargo, de acuerdo con Geml et al. (2006, 2008), la morfoespecie *A. muscaria* se encuentra dividida en ocho clados con una fuerte estructura filogeográfica inter e intracontinental. Los especímenes recolectados en Misiones no han sido secuenciados, por lo que no se ha podido determinar su posición filogenética.

Material examinado: ARGENTINA. **Corrientes**, Depto. Concepción, Santa Rosa, en plantación de *Pinus taeda* de segundo ciclo, 19/06/2015, *A. Somrau* 372 (CTES). **Misiones**, Depto. Guaraní, El Soberbio, Reserva Margay, en pinar, 27°17'44"S 54°11'47"W, 16/06/2021, *M. V. Vignale* 325 (SLP). Depto. Oberá, Panambí, en plantaciones de *Pinus taeda* y yerba mate, 13/06/2011, *M. Nuñez s/n* (CTES).

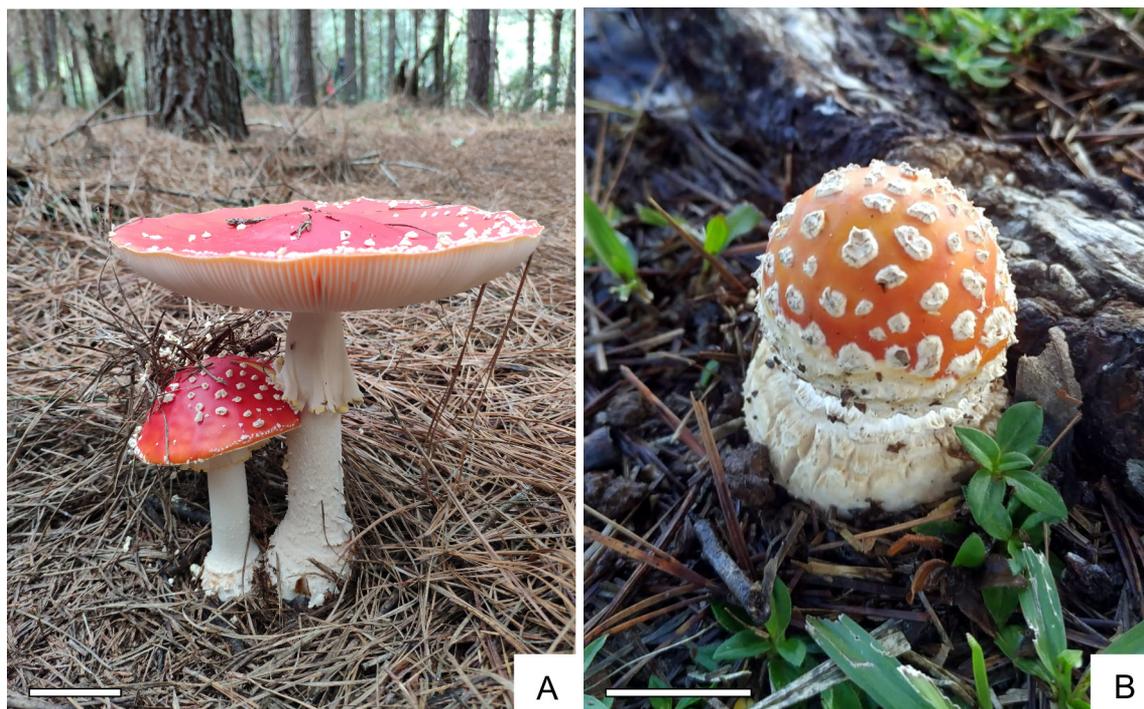


Fig. 4. Aspecto general y hábito de *A. muscaria*: A-B, M. V. Vignale 325 (SLP). Escalas: 20 mm.

Amanita persicina (D.T. Jenkins) Tulloss & Geml, *Amanitaceae* 1(2): 3 (2015). *Amanita muscaria* var. *persicina* Dav. T. Jenkins, *Biblioth. Mycol.* 57: 59, pl. 7, 30 (1977) [MB#807939]. HOLOTYPE: U.S.A., Alabama Birmingham, University of Alabama, in herb. David T. Jenkins, sine data, Jenkins 671. Figs. 5-6.

Descripción

Basidiomas solitarios a agrupados. Píleo de 40-70 mm de diámetro, hemisférico a plano, frágil. Superficie del píleo de color anaranjado oscuro (6A8), tornándose anaranjado claro (5A5) en los márgenes en ejemplares jóvenes, tornándose amarillo grisáceo (4C5) a dorado (4C6) en material viejo a deshidratado; con restos velares aparentes en forma de escamas de color blanco a ocasionalmente blanco amarillento (4A2), que se desintegran rápidamente. Consistencia ligeramente viscosa. Margen estriado, no apendiculado. Contexto del píleo de color blanco, de 5-7 mm de grosor en el centro del píleo. Laminillas libres, próximas, de color blanco a blanco anaranjado (8A2), de 2,9-6 mm de ancho. Estípite 69-84,3 x 9-13 mm, central, cilíndrico, ensanchado en la base, de color blanco, fibrilloso, de consistencia frágil. Bulbo de 15,8-17,6 mm de diámetro, cubierto por restos del velo universal,

formando una volva circuncisa, de color blanco. Anillo frágil y caedizo, membranáceo, de color blanco. Esporada blanca.

Basidiosporas de 9-11,4 x 6,7-9,2 μm ; $x=11$ x 8,2 μm ; $Q=1,24-1,52$; $Q_x=1,33$. $n=20$, elipsoidales, inamiloides, hialinas, de pared delgada, con ápculo evidente, sublateral. Basidios 39,6-50 x 7,9-12 μm , cilíndricos, tetrasporados, de base fibulada. Subhimenio formado por células de forma irregular a globosas, 7,7-13,8 x 5-9,6 μm , formando una capa de 2-3 células de profundidad. Trama lamelar bilateral, formada por hifas filamentosas de 2-3,5 μm de diámetro, hifas vasculares no observadas. Pileipellis en cutis, formada por elementos alargados, de 1,6-4 μm de diámetro, de contorno sinuoso, dispuestas de forma paralela, con suprapellis en ixocutis, formada por hifas entrelazadas de 2-3,5 μm de diámetro, ocasionalmente ramificadas, embebidas en una matriz gelatinosa. Contexto del píleo formado por células cilíndricas, alargadas, de 2,5-7 μm de diámetro, abundantes, ocasionalmente ramificadas, entrelazadas fuertemente; hifas vasculares no observadas. Remanentes del velo universal en el píleo no analizados. Remanentes del velo universal en el estípite formado por elementos subglobosos a elipsoidales, ocasionalmente globosos, abundantes, de 32-51,5 x 18,6-44,9 μm , de pared delgada, dispuestos entre

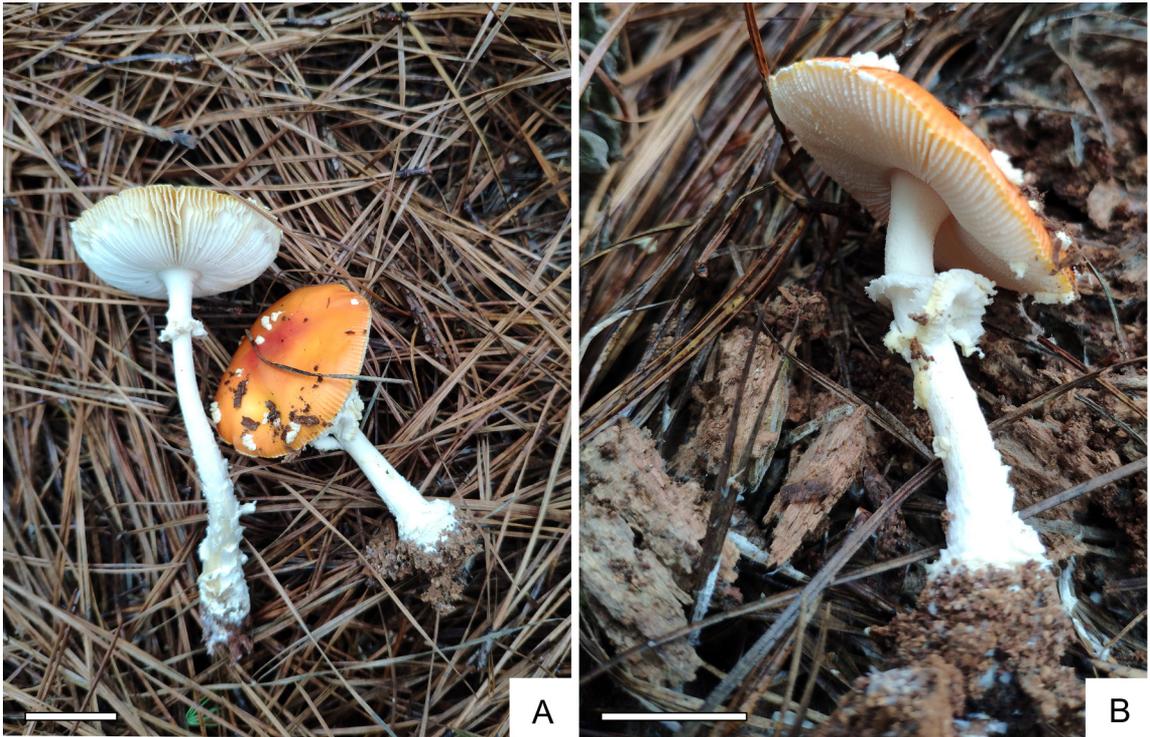


Fig. 5. Aspecto general y hábito de *A. persicina*: A-B, M. V. Vignale 335 (SLP). Escalas: 20 mm.

elementos filamentosos de 2,9-9,8 μm de diámetro, escasamente ramificados, entrelazados formando una red compacta. Estipitipellis compuesta por hifas filamentosas, alargadas de 3-6,4 μm de diámetro, de pared delgada, nunca ramificadas, dispuestas de forma paralela. Contexto del estípite formado por acrofisalidas globosas a subglobosas, ocasionalmente subcilíndricas a elipsoidales, de 27,9-84,4 x 15,7-34,4 μm , abundantes; hifas filamentosas de 3,3-7 μm de diámetro, ramificadas, con septos simples; hifas vasculares escasas, de 3,6-4,5 μm de diámetro, fibuladas. Anillo formado por hifas globosas a subglobosas, ocasionalmente elipsoidales, de 29,3-43,12 (-69,9) x 22,4-36 (-66,9) μm , de paredes delgadas y células filamentosas, delgadas de 1,8-9,4 μm de diámetro.

Hábitat y hábito: basidiomas solitarios a agrupados, en plantaciones forestales de pino.

Distribución: especie distribuida desde Norte América a Brasil (GBIF, 2023). Citada formalmente para Estados Unidos (Jenkins, 1977; Jenkins, 1986; Laursen & McArthur, 2016; Woehrel & Light, 2017; Bessette et al., 2019), Guatemala (Arzú, 2018) y Argentina, en este trabajo.

Observaciones: esta especie fue descrita originalmente por Jenkins (1977) como *Amanita muscaria* var. *persicina*. Posteriormente, Geml et al. (2008), proporciona una filogenia que apoya la segregación de *A. muscaria* var. *persicina* al rango de especie, independiente de *A. muscaria* y otras variedades como *A. muscaria* subsp. *flavivolvata* Singer, *A. muscaria* var. *guessowii* Veselý y *A. muscaria* var. *alba* (Peck) Peck. De esta forma, de acuerdo con Tulloss et al. (2015) esta especie pasa a denominarse formalmente como *Amanita persicina*.

Amanita persicina se distingue de *A. muscaria* principalmente por el color anaranjado durazno a anaranjado claro del píleo, con remanentes flocoso-fibrillosos de velo universal de color blanco a cremeo-amarillento sobre la superficie del píleo, laminillas de color cremeo, con tintes blanco-rosáceos, un anillo que tiende a colapsar fácilmente y un menor tamaño macroestructural (Jenkis, 1977; Jenkins, 1986; Cui et al., 2018).

Lamentablemente, no se obtuvieron secuencias del material analizado, lo que impidió verificar la identidad de la especie mediante análisis moleculares. Por lo tanto, consideramos necesario recurrir a estas técnicas en futuras colecciones, para una identificación más precisa.

Esta especie, al igual que las especies del

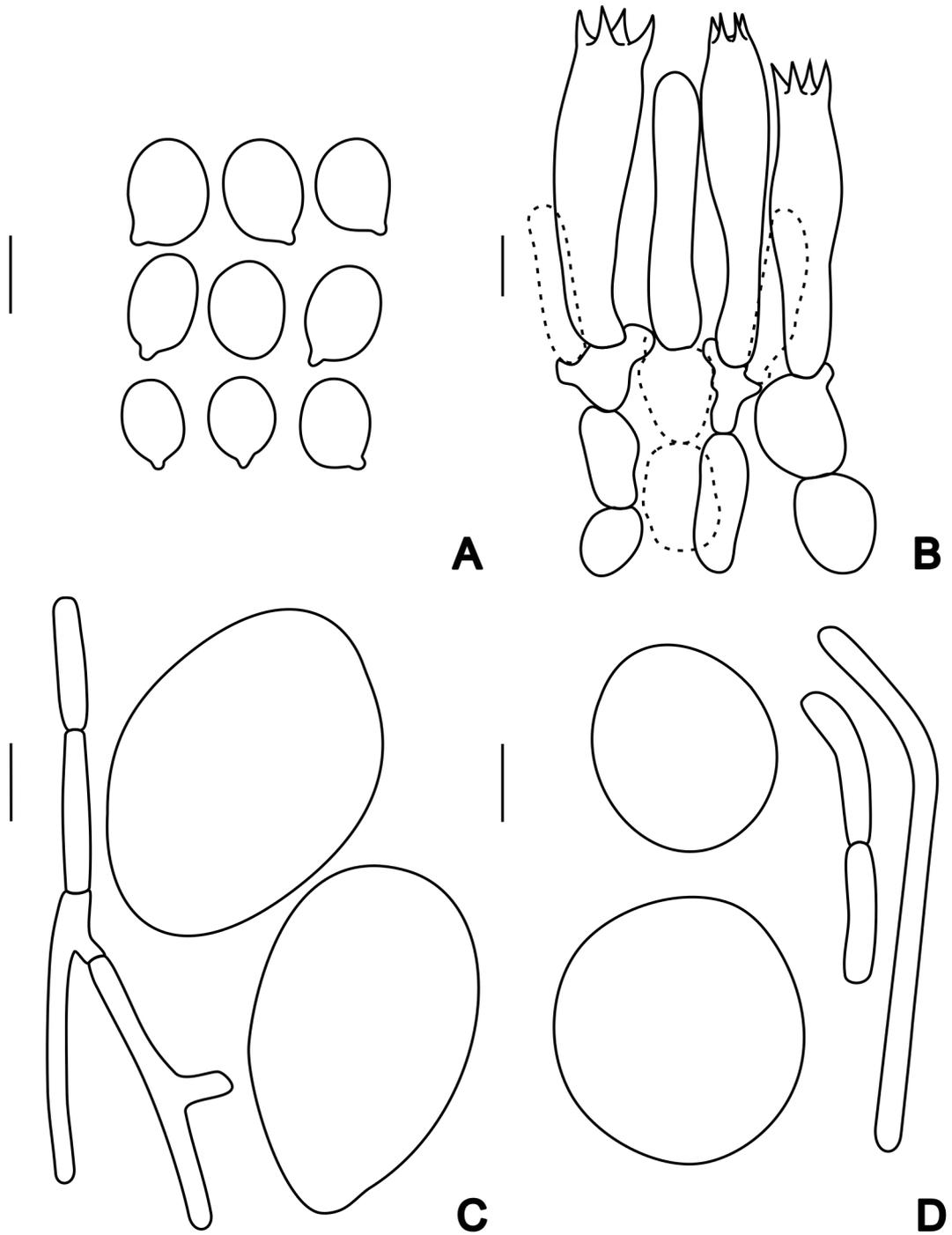


Fig. 6. Detalles microscópicos de *A. persicina* [M. V. Vignale 335 (SLP)]: **A**, basidiosporas. **B**, basidios y subhimenio. **C**, elementos de la volva. **D**, elementos del anillo. Escalas: 10 μ m.

complejo muscaria, es considerada tóxica (Laursen & McArthur, 2016; Bessette et al., 2019; Ovrebø & Justice, 2020).

Material examinado. ARGENTINA. **Misiones**, Depto. Apóstoles. Estancia “La Rosita”, 15/07/2021, *M. V. Vignale* 335 (SLP).

Amanita phalloides (Vaill. ex Fr.) Link, Handbuch zur Erkennung der nutzbarsten und am häufigsten vorkommenden Gewächse: 272 (1833). *Agaricus phalloides* Fr., Systema Mycologicum 1: 13 (1821) [MB#452913]. TIPO: Tab. 14, fig. 5 (Vaillant, par.; ‘Fung. phalloid.’). Fig. 7.

Referencias: véase Wright & Albertó (2002) y Domínguez et al. (2021).

Hábitat y hábito: basidiomas solitarios a agrupados, en plantaciones forestales de pino.

Distribución: Especie ampliamente distribuida en regiones templadas y frías de ambos hemisferios (GBIF, 2023). Para Argentina se encuentra previamente citada para las provincias de Entre Ríos, Buenos Aires, Mendoza, Santa Fe, Rio Negro (Niveiro & Albertó 2012), Córdoba (Domínguez et al., 2021) y Misiones.

Observaciones: Esta especie se distingue por su píleo de color verde-amarillento, laminillas blancas y una volva sacciforme blanca bien definida. Forma ectomicorrizas principalmente con árboles del género *Quercus*, y en Sudamérica se asocia comúnmente con el género *Pinus* (Valenzuela et al., 1992; Pringle & Vellinga, 2006). El consumo de tan solo 50 g de *A. phalloides* es suficiente para causar la muerte en un adulto (Hall et al., 2003; Kaygusuz et al., 2013).

Se la suele encontrar en los mismos sitios que *A. gemmata*, siendo las dos especies muy parecidas en los estadios jóvenes ya que las dos presentan un pie y laminillas blancas con un sombrero amarillento; pero al madurar las diferencias se hacen notorias ya que esta última presenta un sombrero con una coloración amarilla-cremea, a diferencia de *A. phalloides* que toma una coloración amarilla-verdosa a castaño-verdosa. A nivel microscópico se diferencian también porque *A. gemmata* presenta esporas inamiloides, a diferencia de *A. phalloides* que sus esporas son amiloides (Albertó et al., 2002; Wright & Albertó, 2002).

Material examinado. ARGENTINA. **Misiones**, Depto. Eldorado, Cnia. Delicia, *Pinus taeda* forestal de 2° ciclo, 27°09'27"S 54°24'31"W, 10/10/2022, *A. E. Somrau* 58 (CTES). **Entre**

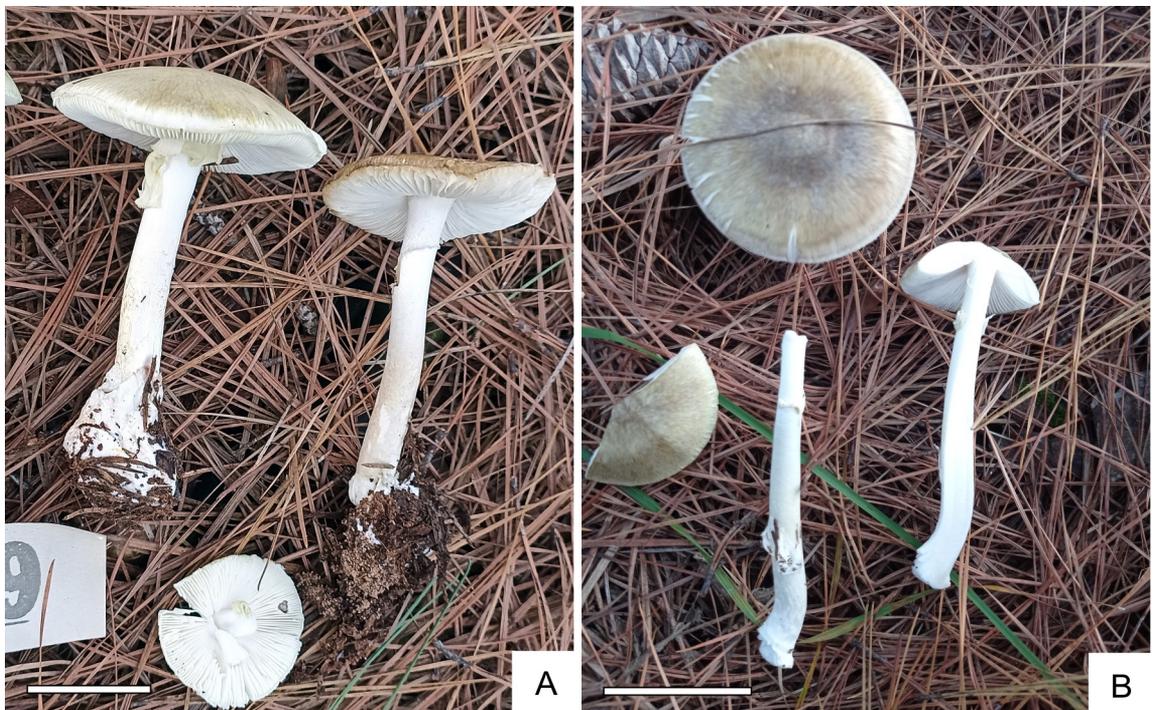


Fig. 7. Aspecto general y hábito de *A. phalloides*: A-B, A. E. Somrau 70 (CTES). Escalas: 20 mm.

Ríos, Depto. Concordia, EEA INTA Concordia, *Pinus taeda* forestal, 31°22'07"S 58°06'54"W, 6/06/2024, A. E. Somrau 70, 74, 80, 82 (CTES).

Amanita rubescens Pers., Tent. disp. meth. fung. (Lipsiae): 67 (1797). [MB#172799]. LECTOTIPO: L 910.262-227 [Designated by Singer, Persoonia 2(1): 43. 1961]. Figs. 8-9.

Descripción

Basidiomas solitarios a dispersos. Píleo 40–100 mm diámetro, parabólico cuando joven, convexo a plano-convexo en la madurez, no higrofano, gris rojizo (10B2), aclarándose hacia el margen, grisáceo (10B1), superficie con escamas distribuidas sobre el píleo, escamas erectas, piramidales, de color rosado pálido (7A2), glabrescente en la madurez. Consistencia viscosa en ejemplares jóvenes, volviéndose seco y brillante en la madurez. Margen estriado. Laminillas libres, próximas, ventricosas, de hasta 4 mm de ancho, blanco amarillento (2A2), sin intervenosas, lamélulas ausentes. Contexto carnoso, de 2–4 mm de espesor, de color blanco rojizo (9A2), que se oxida a castaño claro o rojizo al tacto. Estípite central, 10–15 × 5–10 mm, cilíndrico, flexible, liso, rojo pálido (9A3), con micelio basal blanquecino. Bulbo prominente,

20–25 mm de diámetro, cubierto por una volva formada por escamas o verrugas irregulares de color rojo pastel (9A5), caedizas. Contexto del píleo esponjoso, macizo, de color blanco a blanco rojizo (9A2) en material fresco, reduciéndose a filamentos quebradizos de color marrón oscuro en material seco. Anillo membranáceo, simple, súpero, caduco en la madurez. Esporada blanca.

Basidiosporas 6,8–9,2 × 4–6,2 μm; x= 7,9 × 5,2 μm; Q= 1,2–2,0; Qx= 1,5; n= 20; n= 2; elipsoidales a oblongas, de paredes delgadas, lisas, amiloides, con apículo prominente. Basidios 15,6–34,2 × 4,9–9, claviformes, tetráspóricos. Subhimenio 25–35 μm de ancho, formado por 2–3 capas células de 7–21,4 × 5,4–13,9 μm, subglobosas a irregulares, de pared delgada. Trama lamelar divergente, hifas de 1–3 μm de diámetro, de paredes delgadas, inamiloides. Pileipellis formada por hifas postradas de pared delgada de 2–3 μm de diámetro, con algunas hifas de mayor grosor, 2,9–9 μm de diámetro. Contexto del píleo formado por hifas filamentosas delgadas de 3,4–14,4 μm de diámetro, dispuestas longitudinalmente, entremezcladas con hifas engrosadas, de 80–141,4 × 20,3–40 μm, de pared delgada, dispersas. Remanentes de la volva en el píleo compuestos por elementos de disposición irregular, principalmente por hifas de 30,4–64,7 × 21,7–59,6 μm,



Fig. 8. Aspecto general y hábito de *A. rubescens*, **A**, ejemplares maduros [A. E. Somrau 77 (CTES)]. **B**, *A. rubescens*, ejemplar inmaduro [N. Niveiro CR-1-7-1(CTES)]. Escalas: 20 mm.

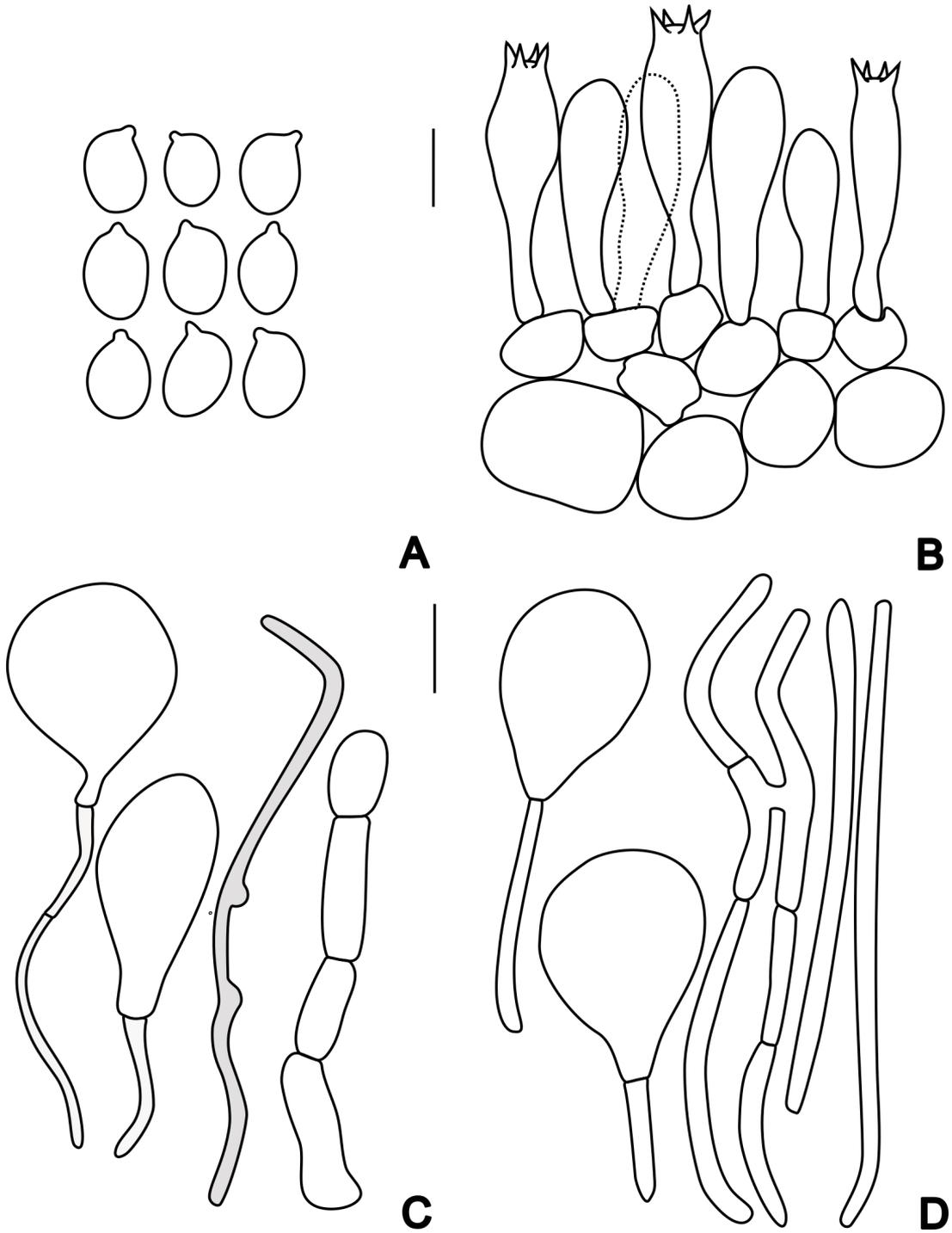


Fig. 9. Detalles microscópicos de *A. rubescens* [A. E. Somrau 77 (CTES)]: **A**, basidiosporas. **B**, basidios. **C**, elementos de la volva. **D**, elementos del anillo. Escalas: 10 μ m.

subglobosas a elipsoidales, amarillentas, de pared delgada, abundantes, asociadas a hifas filamentosas, de 4-6 µm de diámetro, de paredes delgadas, ligeramente oscuras; hifas de 5-16,5 µm de diámetro, concatenadas, formando largas cadenas, no ramificadas; hifas vasculares escasas, oscuras, de 3,3-10,5 µm de diámetro. Remanentes de la volva en el estípite no observados. Estipitipellis formada por hifas paralelas, de 5-24,7 µm de diámetro. Contexto del estípite muy degradado, no analizado. Anillo formado por hifas de disposición radial: filamentosas más abundantes, de 1,7-4,8 µm de diámetro, de pared delgada que culminan con células terminales de 11,5-25 x 10,6-17 µm, principalmente globosas a subcilíndricas, ocasionalmente subglobosas a esferopedunculadas.

Hábitat y hábito: basidiomas solitarios a dispersos, en plantaciones forestales de pino.

Distribución: Especie ampliamente distribuida en Europa y Norteamérica, con registros más dispersos en África, Asia, Oceanía, Centroamérica y Sudamérica (GBIF, 2023). Citada para Argentina en la provincia de Chubut (Romano & Kuhar, 2017).

Observaciones: Esta especie se caracteriza por sus basidiomas de gran tamaño, que se manchan de rojo a castaño rojizo al tacto y por sus esporas amiloides. Actualmente, *A. rubescens* es considerado un complejo de especies que aún no están bien delimitadas, existiendo muchas especies provisorias (Tulloss & Yang, 2025), contando con pocos estudios genéticos para caracterizar a las especies del complejo *A. rubescens* (Vargas et al., 2017; Hernández-Rico et al., 2019). La secuencia de ITS del espécimen *N. Niveiro 3467* (PV235870) presentó un 99,88 % de similitud con *A. amerirubescens* (MW843289) de Estados Unidos, pero debido a que aún es un nombre provisorio que actualmente no se encuentra publicado, se prefirió ubicar esta especie en el sentido tradicional de *A. rubescens*. Dado que esta especie es introducida en la región y los materiales analizados coincidieron entre sí, se decidió no abordar en profundidad el análisis de este conflicto del complejo de especies, debido a que excede los objetivos de este trabajo.

Material examinado: ARGENTINA, **Misiones**. Depto. San Ignacio, Club del Río. Plantaciones Krieger. 27°16'53,5" S, 0.55°33'0,49" W, 9-IV-2018, *N. Niveiro et al. CR 1-7-1* (CTES). Eldorado, Est. "Las Delicias", bajo *Pinus taeda* forestal 2° ciclo, 26°09'34"S 54°24'46"W, 17/05/2024, *A. E. Somrau 75, 78* (CTES). **Corrientes**, Depto. San Cosme, Paso de La Patria. 27°19'02"S

58°34'21"W, 56 m s. m., Barrio Don Lautaro, en parqueado con pinos, 07/11/2021, *N. Niveiro 3467* (CTES). Depto. San Miguel. Acceso Portal San Nicolas, en el suelo en plantación de Pino, 28°01'18''S 57°29'02''W, 76 m s. m., 01/06/2022, *N. Niveiro et al. 3745, 3753, 3754* (CTES). Depto. Saladas, Santa Rosa, Toll Maderas, *Pinus taeda* forestal 2° ciclo, 28°17'83''S 58°6'63''W, 3/05/2024, *A. E. Somrau 72* (CTES). Santa Rosa, extracción resinera Santa Rosa, *Pinus taeda* forestal 28°16'40"S 58°10'33"W, 3/05/2024, *A. E. Somrau 73, 76* (CTES). Depto. Concepción, Concepción, Est. "La Corona", *Pinus elliotti* silvopastoril, 28°21'46''S 58°4'21''W, 4/05/2024, *A. E. Somrau 77* (CTES).

DISCUSIÓN

Amanita es un género de hongos agaricoides ectomicorrícicos generalmente bien conocido mundialmente, y bastante llamativo debido a sus basidiomas de tamaños relativamente grandes y coloraciones llamativas (Lebel et al., 2024). Se sabe que es un género de hábito ectomicorrícico, asociado a varias especies principalmente de Pinaceae, Betulaceae y Fagaceae. Si bien la distribución de estas familias corresponde principalmente al hemisferio norte y zonas montañosas tropicales, han sido dispersadas antrópicamente a diferentes regiones del hemisferio sur, y junto a ellas los hongos ectomicorrícicos asociados (Vellinga et al., 2009; Lebel et al., 2024). Varias especies de *Amanita* introducidas ya son conocidas para Sudamérica, como por ejemplo *A. muscaria*, *A. phalloides* y *A. rubescens* para el sur de Chile (Garrido, 1986; Valenzuela et al., 1998), centro y sur de Argentina (Daniele et al., 2005; Salgado Salomón et al., 2011; Hayward et al., 2015; Urcelay et al., 2017) e incluso para el sur de Brasil (Soberstiansky, 2005; Menolli et al., 2009; Scheibler 2019). Esta última, es la región más cercana y similar a la Mesopotamia argentina, y su diversidad fúngica asociada a los cultivos forestales introducidos ha sido estudiada (Sulzbacher et al., 2013). Sin embargo, no existen registros previos de algunas de las especies citadas en el presente manuscrito, como *A. gemmata*, conocida para la Región Pampeana argentina y *A. lewendula* y *A. persicina*, las cuales presentan una distribución restringida para Norte y Centroamérica (Arzú, 2018; Hughes et al., 2018; Bessette et al., 2019).

CONCLUSIONES

Mediante este trabajo se confirma la presencia de 6 especies de *Amanita* en la Mesopotamia argentina, todas ellas asociadas a cultivos forestales de pino, demostrando así que la

introducción de especies forestales favorece la co-invasión de especies de hongos ectomicorrízicos. Además, se recalca la importancia de conocer la funga asociada a estos cultivos, ya que, de las 6 especies encontradas, dos de ellas, *A. phalloides* y *A. gemmata*, son tóxicas mortales si son consumidas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las distintas empresas y propietarios de forestaciones de pino que nos permitieron realizar las colecciones en sus propiedades, así como la colaboración con la logística de los muestreos. Al Instituto Misionero de Biodiversidad (IMiBio) por los permisos de investigación otorgados (DISP. 43/23). Este trabajo fue financiado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste (SGCyT-UNNE), por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) y por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Se agradece a todas las personas, instituciones y gobiernos que han demostrado un firme compromiso con el desarrollo científico y tecnológico del que nos sentimos profundamente orgullosos como nación y que han permitido la formación de miles de científicos en todo el país, quienes contribuyen todos los días a la construcción de un mundo más justo, equitativo y sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Albertó, E.; G. Pire & M. G. Franco. 2002. Presencia del hongo tóxico *Amanita gemmata* (Agaricales, Basidiomycetes) en la costa bonaerense. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 37: 13-17.
- Arzú, R. F. 2018. Diversity of mycorrhizal fungi in *Pinus caribaea* forests in Poptún, Guatemala. *Revista Científica* 27(1): 33-47.
- Bas, C. 1969. Morphology and subdivision of *Amanita* and a monograph of its section *Lepidella*. *Persoonia* 5(4): 285-579.
- Behn, F. & M. Gerardino. 1967. Intoxicaciones con *Amanita gemmata* (Fr.) Gillet. *Nutrición Bromatología Toxicología* 6: 154-155.
- Bessette, A. E.; A. R. Bessette & M. W. Hopping. 2018. A Field Guide to Mushrooms of the Carolinas. North Carolina: University of North Carolina Press.
- Bhatt, R. P.; R. E. Tulloss, K. C. Semwal, V. K. Bhatt, J. M. Moncalvo & S. L. Stephenson. 2003. Amanitaceae reported from India. A critically annotated checklist. *Mycotaxon* 88: 249-270.
- Coker, W. C. 1917. The Amanitas of the eastern United States. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*. 33(1-2): 1-88.
- Concha J.; N. Garrido & H. Mayer. 1979. *Amanita gemmata*. Identificación, distribución y posible prevención de su toxicidad. *Archivos de Biología y Medicina Experimentales (Santiago)* 12: 506.
- Contu, M. 2000. Saggio di una chiave per la determinazione delle specie del genere *Amanita* osservate in Sardegna. *Bollettino Gruppo Micologico G. Bressadola* 43(2): 67-86.
- Corner, E. J. H. & C. Bas. 1962. The genus *Amanita* in Singapore and Malaya. *Persoonia* 2(3): 241-304.
- Cui Y. Y.; Q. Cai, L. P. Tang, J. W. Liu & Z. L. Yang 2018. The family Amanitaceae: molecular phylogeny, higher-rank taxonomy and the species in China. *Fungal Diversity* 91(1): 5-230. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13225-018-0405-9>
- Daniele, G.; A. Becerra & E. Crespo. 2005. *Amanita muscaria* (Basidiomycota) y su asociación micorrízica con *Cedrus Deodara* (Pinaceae) en las Sierras de Córdoba, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 40(1-2): 45-49.
- Deschamps, J. & M. Gelid. 1988. Crecimiento de *Pinus elliottii* y *P. taeda* en Misiones con el hongo micorrizante *Pisolithus tinctorius*. En *Actas del VI Congreso Forestal Argentino*: 1-4. Sgo. del Estero. Argentina.
- Dickie, I. A.; N. Bolstridge, J. A. Cooper & D. A. Peltzer. 2010. Co-invasion by *Pinus* and its mycorrhizal fungi. *New Phytologist* 187: 475-484.
- Domínguez, L.; G. M. Daniele, E. M. Crespo, N. Gómez, A. J. Moyano, E. Nouhra, G. Robledo & C. Urcelay. 2021. *Hongos del centro de Argentina. Guía ilustrada de las especies más comunes, venenosas y comestibles*. Ecoval Editorial, Córdoba, Argentina.
- Fassola, H. E.; S. M. Lacorte, A. N. Pachas, C. Goldfarb, J. Esquivel, L. Colcombet, E. H. Crechi, A. Keller & S. R. Barth 2009. *Los sistemas silvopastoriles en la región subtropical del NE argentino*. XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires.
- Gardes, M. & T. D. Bruns. 1993. ITS primers with enhanced specificity for Basidiomycetes-application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology* 2(2): 113-118. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x>
- Galli, R. 2001. *Le Amanite*. Milano: Edinatura.
- Garrido, N. 1986. Estudio de hongos ectomicorrízicos asociados a árboles forestales exóticos en Chile. *Nova Hedwigia* 43: 423-442.
- GBIF Secretariat. 2023. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist

- dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2025-07-12.
- Geml, J.; G. A. Laursen, K. O'neil, H. C. Nusbaum & D. L. Taylor. 2006. Beringian origins and cryptic speciation events in the fly agaric (*Amanita muscaria*). *Molecular Ecology* 15: 225-239. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02765.x>
- Geml, J.; R. E. Tulloss, G. A. Laursen, N. A. Sazanova & D. L. Taylor. 2008. Evidence for strong inter- and intracontinental phylogeographic structure in *Amanita muscaria*, a wind-dispersed ectomycorrhizal basidiomycete. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 48: 694-701. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.04.029>
- Gilbert, E. J. 1940. Amanitaceae. *Iconographia Mycologica* Suppl. 1, 27(1): 1-198.
- Grassi, E.; P. Alvarez & M. V. Vignale. 2021. *Guía de bolsillo: Hongos comestibles misioneros*. Instituto Misiones de Biodiversidad.
- Hall, I. R.; S. L. Stephenson, P. K. Buchanan, W. Yun & A. L. J. Cole. 2003. *Edible and poisonous mushrooms of the world*. Cambridge: Timber Press.
- Hayward, J.; T. R. Horton & M. A. Nuñez. 2015. Ectomycorrhizal fungal communities coinventing with Pinaceae host plants in Argentina: Gringos bajo el bosque. *New Phytologist* 208: 497-506. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.13453>
- Hernández-Rico, G. N.; P. Octavio-Aguilar, R. Garibay-Orijel & L. Romero-Bautista. 2019. Genotoxic profile and morphological variation of the *Amanita rubescens* complex. *Ethnobiology Letters* 10: 76-85. DOI: <https://www.jstor.org/stable/26910059>
- Hughes, K. W.; R. H. Tulloss & R. H. Petersen. 2018. Intra-genomic nuclear RNA variation in a cryptic *Amanita* taxon. *Mycologia* 110(1): 93-103. DOI: <https://doi.org/10.1080/00275514.2018.142>
- Index Fungorum. 2025. *Authors of fungal names*. <http://www.indexfungorum.org/names/AuthorsOfFungalNames.asp> [permanentemente actualizado, consulta 2025]
- Ivanova, N. & C. Grainger. 2006. *Pre-made frozen PCR and sequencing plates*. Canadian Center for DNA Barcoding Advances.
- Ivanova, N. V.; A. J. Fazekas & P. D. N. Hebert. 2008. Semi-automated, membrane-based protocol for DNA isolation from plants. *Plant Molecular Biology Reporter* 26: 186-198. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11105-008-0029-4>
- Jenkins, D. T. 1977. A taxonomic and nomenclatural study of the genus *Amanita* section *Amanita* for North America. *Bibliotheca Mycologica* 57: 3-126.
- Jenkins, D. T. 1986. *Amanita of North America*. Mad River Press Inc. Birmingham, Alabama.
- Kaygusuz, O.; K. Gezer, A. Çelik & B. Dursun. 2013. Mushroom poisoning of death cap (*Amanita phalloides*) from Denizli (Turkey). *Biological Diversity and Conservation* 6(2): 22-25.
- Kearse, M.; R. Moir, A. Wilson, S. Stones-Havas, M. Cheung, S. Sturrock, S. Buxton, A. Cooper, S. Markowitz & C. Duran. 2012. Geneious Basic: An integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics* 28: 1647-1649. DOI: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts199>
- Kornerup, A. & J. H. Wanscher. 1978. *Methuen handbook of colour*, 3^a ed. Londres: Eyre Methuen.
- Laursen, G. A. & N. McArthur. 2016. *Alaska's Mushrooms: A Wide-Ranging Guide*. San Francisco: West Margin Press.
- Lazo, W. 1982. Hongos venenosos. *Boletín Biológico Vegetal* 5: 4-7.
- Lebel, T.; T. W. May, J. A. Cooper, D. Catcheside, P. Catcheside & J. Haska. 2024. Confirming the presence of five exotic species of *Amanita* in Australia and New Zealand. *Swainsona* 38: 1-44.
- Lechner, B. E. & E. Albertó. 2008. Especies tóxicas de Agaricales halladas en la Argentina: nueva cita de *Amanita pantherina* y reevaluación de la comestibilidad de *Tricholoma equestre*. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 43: 227-235.
- Lodge, D. J.; J. F. Ammirati, T. E. O'Dell, G. M. Mueller, S. M. Huhndorf, C.-J. Wang, J. N. Stokland, J. P. Schmit, L. Ryvarde, P. R. Leacock, M. Mata, L. Umaña, Q. Wu & D. L. Czederpiltz. 2004. Terrestrial and lignicolous macrofungi. In G. M. Mueller; G. F. Bills & M. S. Foster (eds.), *Biodiversity of fungi: Inventory and monitoring methods*: pp. 127-172. San Diego: Elsevier Academic Press.
- Menolli Jr, N.; T. Asai & M. Capelari. 2009. *Amanita coacta* (Amanitaceae, Agaricales) with a key to *Amanita* species occurring in Brazil. *Mycotaxon* 107: 419-430. DOI: <https://doi.org/10.5248/107.419>.
- Mora Alfonsín, L. 2023. *La foresto-industria argentina: oportunidades, desafíos y líneas de acción para una estrategia productiva sectorial*. Ministerio de Economía Argentina.
- Neville, P. & S. Poumarat. 2004. *Amanitae: Amanita, Limacella & Torrendia*. Fungi Europaei 9. Alassio: Edizioni Candusso.
- Niveiro, N.; O. F. Popoff & E. O. Albertó. 2009. Hongos comestibles silvestres: presencia de especies exóticas de *Suillus* (Boletales, Basidiomycota) y *Lactarius* (Russulales, Basidiomycota) asociadas a los cultivos de *Pinus elliottii* del nordeste argentino. *Bonplandia* 18: 65-71.

- Niveiro, N. & E. Albertó. 2012. Checklist of the Argentine Agaricales I. Amanitaceae, Pluteaceae y Hygrophoraceae. *Mycotaxon* 119: 493. DOI: <http://dx.doi.org/10.5248/119.493>
- Núñez, M. A.; T. R. Horton & D. Simberloff. 2009. Lack of belowground mutualisms hinders Pinaceae invasions. *Ecology* 90: 2352-2359. DOI: <https://doi.org/10.1890/08-2139.1>
- Núñez, M. A.; J. Hayward, T. R. Horton, G. C. Amico, R. D. Dimarco, M. N. Barrios-García & D. Simberloff. 2013. Exotic mammals disperse exotic fungi that promote invasion by exotic trees. *PLoS ONE* 8: e66832. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066832>
- Oda, T.; C. Tanaka & M. Tsuda. 2004. Molecular phylogeny and biogeography of the widely distributed *Amanita* species, *A. muscaria* and *A. pantherina*. *Mycological Research* 108: 885-896.
- Ovrebo, C. L. & J. Justice. 2020. Some common *Amanita* species of Oklahoma. *Oklahoma Native Plant Record* 20(1): 58-67.
- Phillips, R. 1981. Mushrooms and other fungi of Great Britain and Europe. London: Pan Books.
- Pringle, A. & E. C. Vellinga. 2006. Last chance to know? Using literature to explore the biogeography and invasion biology of the death cap mushroom *Amanita phalloides* (Vaill. ex Fr.: Fr.) Link. *Biological Invasions* 8: 1131-1144.
- Ramirez, N.; L. K. E. Zacarias, C. Salvador Montoya, M. Tasselli, O. Popoff & N. Niveiro. 2022. *Russula* (Russulales, Agaricomycetes) asociada a bosques de *Pinus* introducidos en el noreste de Argentina. *Rodriguésia* 73: e02372020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860202273060>
- Redhead, S. A.; A. Vizzini, D. C. Drehmel & M. Contu. 2016. *Saproamanita*, a new name for both *Lepidella* E.-J. Gilbert and *Aspidella* E.-J. Gilbert (Amaniteae, Amanitaceae). *IMA Fungus* 7: 119-129.
- Romano, G. & F. Kuhar. 2017. Dos registros de Agaricales (Basidiomycota) exóticos en bosques nativos de la Patagonia argentina. *Boletín Micológico* 32(1): 9-12.
- Salgado Salomón, M. E.; C. Barroetaveña & M. Rajchenberg. 2011. Do pine plantations provide mycorrhizal inocula for seedlings establishment in grasslands from Patagonia, Argentina. *New Forests* 41: 191-205.
- Scheibler, G. 2019. Sistemática de *Amanita* Pers. (Amanitaceae, Basidiomycota) en Brasil. Tesis de maestría, Universidad Federal de Santa Catarina.
- Schneider, C. A.; W. S. Rasband & K. W. Eliceiri. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods* 9: 671-675. DOI: <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
- Schoch, C. L.; K. A. Seifert, S. Huhndorf, V. Robert, J. L. Spouge, C. A. Levesque, W. Chen & F. B. Consortium. 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. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1117018109>
- Singer, R. 1986. *The Agaricales in modern taxonomy*, 4^a ed. Königstein: Koeltz Scientific Books.
- Sobestiansky, G. 2005. Contribution to macromycete survey of the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina in Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48: 437-457.
- Somrau, A. E.; B. R. de Madignac, N. A. Ramirez, M. G. Campi & N. Niveiro. 2022. *Pseudomerulius curtisii* (Basidiomycota, Boletales, Tapinellaceae) en Argentina y Paraguay. *Lilloa* 59(supl.): 331-340. DOI: <https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.S/2022.09.20>
- Somrau, A. E.; B. Lemmond, N. A. Ramirez, O. F. Popoff, A. Michlig, A. G. Silva-Filho, M. E. Smith & N. Niveiro. 2024. The morphology, phylogeny, and distribution of the pine-associated sequestrate fungus *Lactarius cinnabarinus* comb. nov.(= *Zelleromyces cinnabarinus*) in the United States, Argentina and Brazil. *Plant and Fungal Systematics* 69(2): 125-134.
- Sulzbacher, M. A.; T. Grebenc, R. J. S. Jacques & Z. I. Antonioli. 2013. Ectomycorrhizal fungi from southern Brazil—a literature-based review, their origin and potential hosts. *Mycosphere* 4(1): 61-94.
- Thiers, B. [permanentemente actualizado, consulta 2025] Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih>
- Thiers, H. D. 1982. *The Agaricales (Gilled fungi) of California: Amanitaceae*. Eureka: Mad River Press.
- Tulloss, R. E.; C. L. Ovrebo & R. E. Halling. 1992. Studies on *Amanita* (Amanitaceae) from Andean Colombia. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 66: 1-46.
- Tulloss, R. E.; R. Bhatt, S. Stephenson & A. Kumar. 1995. Studies on *Amanita* (Amanitaceae) in West Virginia and adjacent areas of the Mid-Appalachians, preliminary results. *Mycotaxon* 56: 243-293.
- Tulloss, R. E. & Z. L. Yang (eds.). 2025. *Amanitaceae studies*. <http://www.amanitaceae.org?home> [Consulta 28 de febrero de 2025].
- Tullos, R. E.; C. Rodríguez Caicedo, K. W. Hughes, J. Geml, L. V. Kudzama, E. Wolfe & D. Arora. 2015. Nomenclatural changes in *Amanita* II. *Amanitaceae* 2: 1-16.
- Urcelay, C.; S. Longo, J. Geml, P. A. Tecco & E. Nouhra. 2017. Co-invasive exotic pines and their ectomycorrhizal symbionts show capabilities for wide distance and

- altitudinal range expansion. *Fungal Ecology* 25: 50-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2016.11.002>
- Valenzuela, E.; G. Moreno & M. Jeria. 1992. *Amanita phalloides* en bosques de *Pinus radiata* de la IX región de Chile: taxonomía, toxinas, métodos de detección, intoxicación faloídiana. *Boletín Micológico* 7: 17-21. DOI: <https://doi.org/10.22370/bolmicol.1992.7.0.1185>
- Valenzuela, E.; G. Moreno, S. Garnica & C. Ramírez. 1998. Micosociología en bosques nativos de *Nothofagus* y plantaciones de *Pinus radiata* en la X Región de Chile: diversidad y rol ecológico. *Revista Chilena de Historia Natural* 71: 133-146.
- Vargas, N.; C. J. Pardo-de La Hoz, G. Danies, A. E. Franco-Molano, P. Jiménez, S. Restrepo & A. Grajales. 2017. Defining the phylogenetic position of *Amanita* species from Andean Colombia. *Mycologia* 109: 261-276.
- Vellinga, E. C. 1988. Glossary, en C. Bas; T. W. Kuyper, M. E. Noordeloos & E. C. Vellinga (eds.), *Flora Agaricina Neerlandica* 1: 54-64. Brookfield: A. A. Balkema Publisher.
- Wasser, S. P. 2000. Checklist annotata dei generi *Amanita* e *Amanitopsis* (Agaricales, Basidiomycetes) dell'Ucraina. *Bollettino Gruppo Micologico G. Bressadola* 43: 155-161.
- Woehrel, M. L. & W. J. H. Light. 2017. *Mushrooms of the Georgia Piedmont and Southern Appalachians: A Reference*. Athens: University of Georgia Press.
- Wright, J. E. & E. O. Albertó. 2002. *Hongos: Guía de la región Pampeana I. Hongos con laminillas*. Buenos Aires: L.O.L.A.
- Yang, Z. L. 1997. *Die Amanita-Arten von Südwestchina. Bibliotheca Mycologica* 170. Berlín: J. Cramer.
- Yang, Z. L. 2005. *Flora fungorum sinicorum: Vol. 27. Amanitaceae*. Pekín: Science Press.
- Yang, Z. L. 2015. *Atlas of the Chinese species of Amanitaceae*. Pekín: Science Press.
- Zhou, H.; M. Guo, L. Zhuo, H. Yan, X. Sui, Y. Gao & C. Hou. 2023. Diversity and taxonomy of the genus *Amanita* (Amanitaceae, Agaricales) in the Yanshan Mountains, Northern China. *Frontiers in Plant Science* 14: 1226794.