



Nuevo registro de *Morchella esculenta* (Ascomycota, Pezizales) para la selva paranaense

New record of *Morchella esculenta* (Ascomycota, Pezizales) for the Paranaense forest

Vignale, M. Victoria^{1,2*}; Felipe Sodré Mendez Barros^{1,3}; Emanuel M. Grassi¹

¹ Instituto Misionero de Biodiversidad (IMiBio).   Namand  Ru Et  S/N, (3370) Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

² Instituto de Biotecnolog  Misiones (InBioMis). Ruta 12 km 7.5, (3300) Posadas, Misiones, Argentina.

³ Instituto Superior Antonio Ruiz de Montoya. Ayacucho 1962, (3300) Posadas, Misiones, Argentina.

* Autor corresponsal: vickyvignale@gmail.com

RESUMEN

Morchella (Morchellaceae, Pezizales, Ascomycota) es un género monofilético bien definido. Se caracteriza por poseer una gran plasticidad morfológica entre las especies que lo componen. Algunas están citadas como sapr trofas, mientras que otras como micorrícicas. Su distribución mundial es amplia, con más de 60 especies descriptas. El objetivo del presente trabajo es presentar el primer registro de *Morchella esculenta* en la provincia de Misiones, con el fin de ampliar su distribución geográfica en Argentina y en la ecorregión de selva paranaense dentro del Bosque Atlántico. Se obtuvieron registros de *M. esculenta* en los inviernos de 2018, 2020 y 2021 en tres sitios de la provincia de Misiones: cercano a plantaciones de yerba mate y *Hovenia dulcis* y en un espacio parquizado con especies arbóreas nativas y exóticas. Los especímenes se fotografiaron y describieron con base en su macro y micromorfología, su ecología y biogeografía.

Palabras clave — Biodiversidad; Funga; hongos comestibles; Misiones; Sudamérica.

ABSTRACT

Morchella (Morchellaceae, Pezizales, Ascomycota) is a monophyletic well-defined genus. It is characterized by having great morphological plasticity among its spe-

► Ref. bibliográfica: Vignale, M. V.; Mendes Barros, F. S.; Grassi, E. M. 2022. Nuevo registro de *Morchella esculenta* (Ascomycota, Pezizales) para la selva paranaense. *Lilloa* 59 (1): 81-93. doi: <https://doi.org/10.30550/j.lil/2022.59.1/2022.05.09>

► Recibido: 10 de diciembre 2021 – Aceptado: 9 de mayo 2022 – Publicado en línea: 7 de junio 2022.



► URL de la revista: <http://lilloa.lillo.org.ar>

► Esta obra est  bajo una Licencia Creative Commons Atribuci n – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

cies. Some of them are cited as saprotrophic, while others are cited as mycorrhizal. Its distribution around the world is wide, with more than 60 described species. This work aims to record for the first time *Morchella esculenta* in the Province of Misiones to expand its geographical distribution in Argentina and the Paranaense Forest ecoregion within the Atlantic Forest. *Morchella esculenta* records were obtained during the winters of 2018, 2020 and 2021 at three sites in Misiones Province: near yerba mate and *Hovenia dulcis* plantations and within a park with native and exotic plant species. The specimens were photographed and described based on their macro and micromorphology, ecology and biogeography.

Keywords — Biodiversity; edible mushrooms; Funga; Misiones; South America.

INTRODUCCIÓN

Misiones es una de las provincias con mayor diversidad de especies de Argentina (Zanotti et al., 2020; Bauni et al., 2022), fue declarada por ley N° 27494 capital nacional de la biodiversidad, siendo además parte de uno de los 36 *hotspots* de biodiversidad del mundo (Mittermeier et al., 2011; Noss et al., 2015). La ecorregión de selva paranaense, dentro del Bosque Atlántico, posee un clima subtropical, con temperaturas medias anuales de entre 19-24°C. En la zona sur las heladas son comunes en los meses de invierno, especialmente en las zonas altas. Los principales suelos de la provincia de Misiones son los de tipo pedregosos, que ocupan el 35% de la superficie total de la misma, mientras que los suelos rojos ocupan el 33% (Martiarena et al., 2014). Las precipitaciones varían entre los 1000 y los 2200 mm anuales; habitualmente son menores en la parte norte que en la parte sur de la ecorregión y no están distribuidas uniformemente a lo largo del año.

La selva paranaense posee una gran diversidad de Funga reportada en trabajos científicos tales como Ryvarden y De Meijer (2002), Wright y Wright (2005), Lechner et al. (2006), Niveiro et al. (2010) y Grassi et al. (2016), sin embargo, estos estudios micológicos siguen siendo insuficientes y es necesario fortalecer los esfuerzos de muestreo e identificación.

Morchella Dill. ex Pers. (Morchellaceae, Pezizales, Ascomycota) es un género monofilético bien definido, comprende especies conocidas como colmenillas o morillas (Guzmán y Tapia, 1998). Se caracteriza por formar ascomas macroscópicos, con pileos sulcados, estípite hueco, subcilíndrico a bulboso, de colores claros, con una gran plasticidad morfológica entre especies (O'Donnell et al., 2011; Hernández-Salmerón et al., 2013). Entre las características microscópicas se puede mencionar que posee ascos unitunicados, cilíndricos, con ocho ascosporas elipsoidales (Hanlin, 1990).

Este género es apreciado en el mercado mundial de los hongos comestibles silvestres y son parte de los múltiples productos forestales no maderables, siendo un sustento importante para comunidades rurales (Hussain y Sher, 2021). Resulta de fácil reconocimiento, aunque para diferenciar entre las especies es necesario no solo el estudio de las características macroscópicas y microscópicas sino su ecología y biogeografía e incluso la realización de análisis moleculares. Análisis filogenéticos

multigen han identificado tres clados principales en el género: ‘Esculenta’ (morillas amarillas), ‘Elata’ (morillas negras) y ‘Rufobrunnea’ (morillas blancas) (O’Donnell *et al.*, 2011; Loizides, 2017) y se han descrito nuevas especies basadas en el reconocimiento de especies filogenéticas crípticas (Taşkin *et al.*, 2010, 2012; O’Donnell *et al.*, 2011; Du *et al.*, 2012a; Pildain *et al.*, 2014; Voitek *et al.*, 2016; Machuca *et al.*, 2021).

Su distribución mundial es amplia, con más de 60 especies filogenéticas reconocidas, la mayoría de ellas exhibiendo un alto endemismo (Du *et al.*, 2015; Loizides, 2017). La ecología del género sigue siendo incierta, no todas las especies comparten el mismo hábito trófico. Se consideraba que eran mayoritariamente saprótrofas, pero actualmente se ha comprobado que algunas especies forman asociaciones micorrícicas con algunas plantas (Hobbie *et al.*, 2001). Los ascomas han sido hallados en condiciones de suelo variadas, desde arenosos a suelos con textura más pesada (Hussain y Sher, 2021) y se ha observado que muchas de las especies de *Morchella* incrementan la fructificación luego de un incendio (Pilz *et al.*, 2007; Loizides 2017).

En Argentina se han registrado 8 especies: *M. conica* Pers. (Spegazzini, 1909; 1912), *M. patagonica* Speg. (Spegazzini, 1909), *M. elata* Fr. (Gamundi, 1975), *M. intermedia* Boud. (Gamundi y Horak, 1993), *M. esculenta* (L.) Pers. (Domínguez de Toledo, 1987; Daniele, 2013), *M. tridentina* Bres, *M. eximia* Boud. y *M. andinensis* (Pildain *et al.*, 2014 y Machuca *et al.*, 2021) (Tabla 1). Ninguna de estas especies ha sido citada anteriormente para la provincia de Misiones ni para el Noreste de Argentina. Para la ecorregión de selva paranaense, hasta la fecha se conocen pocos registros de *Morchella*, todos ellos en Brasil, en el límite sur del Bosque Atlántico (Susin y Campos, 1995; Cortez *et al.*, 2004; Timm, 2018) (Fig 1 y Tabla 2).

El objetivo del presente trabajo es presentar un nuevo registro de *M. esculenta* para la funga de Misiones, ampliar la distribución geográfica para la selva paranaense y aportar información acerca de su ecología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron ascomas de *Morchella* en los inviernos de 2018, 2020 y 2021 en tres sitios de la provincia de Misiones: cercano a yerbatales (*Ilex paraguariensis* A. St. - Hil) en Ruiz de Montoya, en una plantación de *Hovenia dulcis* Thunb. en Cerro Azul y en un espacio parquizado con especies de árboles nativos y exóticos en Eldorado (Fig. 1). Todos los especímenes fueron coleccionados en la región de la penillanura parcialmente desecada (Moretti y Navarro de Rau, 2019) donde predominan los suelos de arcilla roja (ultisoles), con una capa superficial arcillosa bien provista de materia orgánica, ácidos, bien drenados y altamente susceptibles a la erosión hídrica. Además, se destaca que una de las muestras fue encontrada sobre suelo con afloramientos de rocas basálticas.

La macromorfología de los individuos se analizó a través de la observación de los ejemplares frescos, secos y las notas y fotografías de los colectores. Los materiales fueron deshidratados, depositados y conservados en la Sala de Colecciones del Instituto Misionero de Biodiversidad “Moises Santiago Bertoni” (SLP), Puerto Iguazú, Misiones, Argentina. Las medidas fueron realizadas sobre los ejemplares secos.

Para las observaciones microscópicas se realizaron cortes a mano alzada montados en hidróxido de potasio (5%), teñidos con floxina (1%) y reactivo de melzer y posteriormente observadas con microscopio óptico (ZEISS Primo Star). Para cada espécimen se midieron al menos 20 ascos, ascosporas y paráfisis. Para la determinación taxonómica se siguieron los lineamientos de Domínguez de Toledo (1987) y se realizaron comparaciones teniendo en cuenta todas las descripciones de las ocurrencias en Argentina (Tabla 1) y en la selva paranaense (Brasil) (Tabla 2).

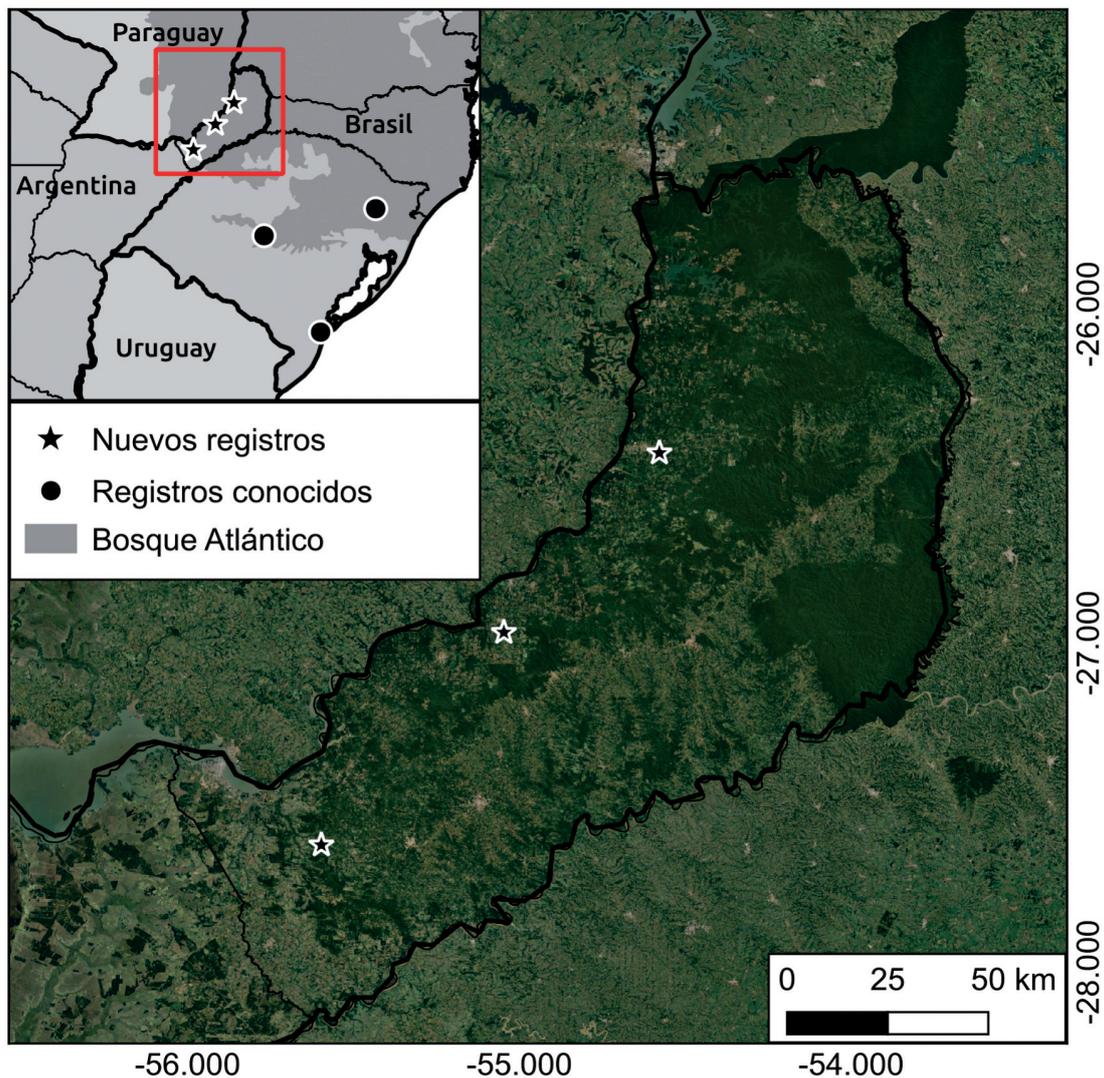


Fig. 1. Ocurrencias de *Morchella* en el bosque Atlántico. ● = Registros conocidos en Brasil; y ★ = Nuevos registros de *Morchella esculenta* en la selva paranaense del Noreste Argentino.

Fig. 1. Occurrences of *Morchella* in the Atlantic Forest. ● = Known records in Brazil; and ★ = New records of *Morchella esculenta* in Northeast Argentina (Paranaense Forest).

Tabla 1 (hoja 1 de 2). Caracteres macroscópicos y ecológicos de las 8 especies de *Morchella* registradas en Argentina.
 Table 1 (page 1 of 2). Macroscopic, microscopic and ecological features of 8 *Morchella* species recorded in Argentina.

	<i>M. patagonica</i> Speg.	<i>M. conica</i> Pers.	<i>M. elata</i> Fr.	<i>M. intermedia</i> Boud.	<i>M. tridentina</i> Bres.	<i>M. eximia</i> Boud.	<i>M. andinensis</i> A. Machuca, M. Gerding & D. Chávez	<i>M. esculenta</i> (L) Pers.	Ejemplares de Misiones
Color	Castaño claro	Castaño oscuro a ocre oscuro.	Castaño oscuro a ocre oscuro.	Castaño claro a ocre grisáceo.	Ocre, volviéndose castaño a la madurez.	Castaño a castaño grisáceo.	Ocre, volviéndose castaño oscuro a la madurez.	Castaño claro.	Castaño grisáceo, volviéndose ocre a la madurez.
Forma	Ovoide	Cónico, rara vez ovoide, costillas longitudinales bien definidas que corren en línea casi recta del ápice a la base.	Cónico, rara vez ovoide, costillas longitudinales bien definidas que corren en línea casi recta del ápice a la base.	Cónico a oval-cónico, con crestas longitudinales principales que convergen hacia el ápice y trabéculas transversales.	Cónico (algunos subglobosos), costillas glabras, principalmente longitudinales y rectas.	Cónico o subcónico con ápice agudo o plano, costillas glabras o costillas glabras o finamente tomentosas, principalmente longitudinales y rectas.	Cónico con ápice agudo o plano, costillas glabras, rectas o sinuosas, con costillas secundarias ocasionales.	Ovoide, ápice romo a papilado, con surcos profundos y ligeramente angulosos, delimitados por costillas irregulares.	Ovoide, ápice romo a papilado, con surcos profundos y ligeramente angulosos, delimitados por costillas irregulares.
Tamaño (cm)	2,5-4 x 1-1,5	-	-	4 x 11	(2,5) 3,5-6 (8) x (1,5) 3- 4 (5)	3,5-6,5 x 2-3	3,5-5 x 2-3 (3,5)	2,9-4,8 x 1,8-3,5	1,9-8,9 x 0,7-1,8
Estípite	-	Más corto que el sombrero y delgado en la parte Superior Un tercio del ancho de su base	Más corto que el sombrero y delgado en la parte Superior Un tercio del ancho de su base	Estípite blanco cremoso, liso o ligeramente escomoso, bulboso hacia la base	Estípite blanco, liso o ligeramente granulado, a veces surcado y ensanchado hacia la base, hacia la base,	Estípite blanco, finamente verrugoso, cilíndrico o ensanchado hacia la base, a veces con una porción subterránea	Estípite blanco, volviéndose amarillento en la madurez, finamente verrugoso, cilíndrico, ensanchado hacia la base	-	Estípite cilíndrico a sub-bulboso, central, corto, hueco, blanco a crémeo,
Ascosporas (µm)	15-17 x 10-11	-	-	21-26 x 13-18	(14) 20-24 (26) x (9) 14-19 (17)	3-4 (5) x (0,5) 1-1,5 cm	3-3,5 (8) x 1-1,5 (3,2) cm	13,9-24,1 x 9,6-12,8	0,4-4 x 0,3-1 cm
Ascos (µm)	140-150	-	-	-	(115) 150-170 (230) x 17-19	160-210 x 15-16 (20)	115-190 x 15-17 (20)	234-340	18,5-22,5 x 11-14,5 230-340 x 14-20

Ascoma

Tabla 1 (hoja 2 de 2). Caracteres macroscópicos y ecológicos de las 8 especies de *Morchella* registradas en Argentina.
 Table 1 (page 2 of 2). Macroscopic, microscopic and ecological features of 8 *Morchella* species recorded in Argentina.

	<i>M. patagonica</i> Speg.	<i>M. conica</i> Pers.	<i>M. elata</i> Fr.	<i>M. intermedia</i> Boud.	<i>M. tridentina</i> Bres.	<i>M. eximia</i> Boud.	<i>M. andinensis</i> A. Machuca, M. Gerding & D. Chávez	<i>M. esculenta</i> (L) Pers.	Ejemplares de Misiones
Elementos estériles	-	-	-	-	Septados, clavados a subclavados	Septados, capitados,	Septados, capitados,	Ligeramente ensanchados en el ápice, de 8-12,8 μm de diámetro, bifurcados o no, amarillentos y más bajos que los ascos	Septados, cilindri- cos, ligeramente ensanchados en el ápice, a veces bifurcados
Ecorregión y lugar (provincia)	Bosque Andino- patagónico Río Negro (Puerto Blest, Parque Nacional Nahuel Huapi)	Bosque Andino- patagónico Chubut Río Negro	Bosque Andino- patagónico Neuquén Río Negro Tierra del Fuego	Bosque Andino- patagónico Chubut Neuquén Río Negro Tierra del Fuego	Bosque Andino- patagónico Chubut Río Negro	Bosque Andino- patagónico Chubut	Bosque Andino- patagónico Chubut	Bosque serrano Córdoba Bosque Montano, Yungas Tucumán	Selva Paranaense Misiones
Fuego	-	-	Sitios quemados	Sitios quemados	Sitios quemados	Sitios quemados	Sin evidencias	Sin evidencias	Sin evidencias
Ecología	-	-	Bosque nativo	Bosque nativo	Bosque nativo	Bosque nativo	Bosque nativo	Sitios antropizados	Sitios antropizados
Referencia	Spegazzini 1909	Spegazzini 1909; 1912	Gamundi 1975	Gamundi y Horak 1993	Pildain et al., 2014	Pildain et al., 2014	Pildain et al., 2014	Dominguez de Toledo 1987 Daniele y Becerra 2013	Este trabajo

Tabla 2. Registros de *Morchella* para la selva paranaense.Table 2. Records of *Morchella* for the Paranaense forest.

Especie	Lugar de ocurrencia	Ecología	Referencia
<i>Morchella esculenta</i>	Brasil, Municipio de Rio Grande do Sul	Suelo, en jardín residencial. Mayo y Septiembre. Probablemente introducido con mudas de olmos, fresnos o álamos.	Susin y Campos (1995)
<i>Morchella esculenta</i>	Brasil, Municipio de Santa Maria, Três Barras, Distrito de Arroio Grande	Suelo, entre musgos, en el interior de la selva. Próximos a la base de <i>Citrus aurantium</i> . Gregarios.	Cortez et al. (2004)
<i>Morchella</i> sp.	Brasil, Caxias do Sul	Suelo mojado y con mucho musgo, debajo de una enredadera de kiwi y cercano a <i>Hovenia dulcis</i> .	Timm (2018)
<i>Morchella esculenta</i>	Argentina, Provincia de Misiones. Localidades: Cerro Azul, Eldorado y Ruiz de Montoya	Suelo Cerro Azul: plantación de <i>Hovenia dulcis</i> . Eldorado: Espacio parqueizado con especies de árboles nativos y exóticos. Ruiz de Montoya: cercano a yerbatales.	Este trabajo

RESULTADOS

Morchella esculenta (L.) Pers.,

Synopsis methodica fungorum: 618 (1801) (Fig. 2).

Ascomas estipitados, 1,9-8,9 cm de largo. *Píleo* ovoide, 1,5-4,9 x 0,7-1,8 cm, alveolado, irregularmente sulcado, con surcos profundos y ligeramente angulosos, delimitados por costillas irregulares. Ápice romo a papilado. Cuando joven castaño grisáceo, volviéndose ocre claro a la madurez. *Estípite* cilíndrico a sub-bulboso, 4-40 × 3-10 mm, central, corto, hueco; blanco a crémeo.

Ascos cilíndricos, 230-340 × 14-20 μm, inamiloides, con 8 ascosporas uniseriadas (Fig. 3B). *Ascosporas* elipsoidales en vista ecuatorial, globosas en vista polar, 18,5-22,5 × 11-14,5 μm, lisas, hialinas, con paredes engrosadas, contenido homogéneo e inamiloides (Fig. 3D). *Paráfisis* cilíndricas, ligeramente ensanchadas en el ápice, 130-180 (240) μm de largo, 10,5-14,5 μm en el ápice y 4,5-6,5 μm en la base, septadas, a veces bifurcadas (Fig. 3A y C).



Fig. 2. *Morchella esculenta* (Gorriti 323). Aspecto general de los ascomas. Escala = A-B: 1 cm; C: 2 cm.

Fig. 2. *Morchella esculenta* (Gorriti 323). General appearance of the ascomata. Scale = A-B: 1 cm; C: 2 cm.

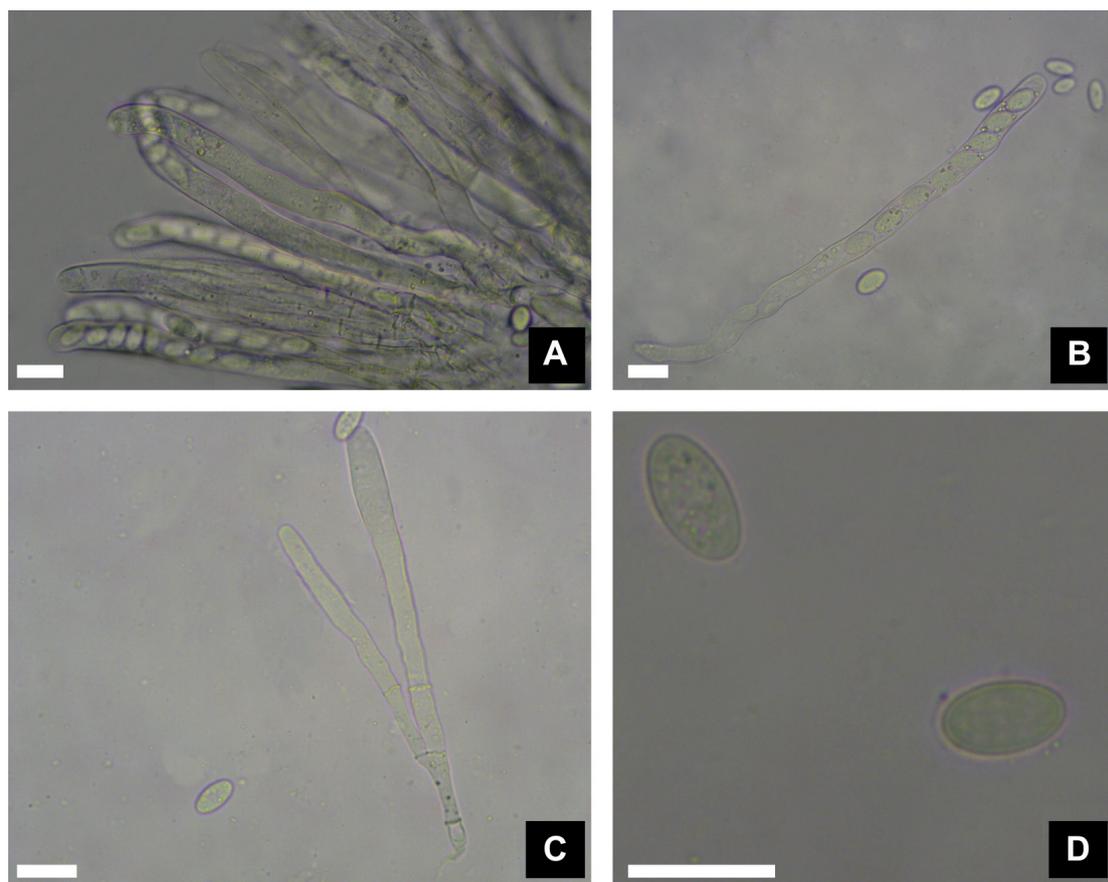


Fig. 3. *Morchella esculenta* (Gorriti 323). Caracteres microscópicos. A) Himenio. B) Asco con 8 ascosporas uniseriadas. C) Paráfisis septada. D) Ascosporas. Escala = A-D: 20 μ m.

Fig. 3. *Morchella esculenta*. Microscopic characters. A) Hymenium. B) Ascus with eight uniseriate ascospores. C) Septate paraphysis. D) Ascospores. Scale = A-D: 20 μ m.

Hábitat: Creciendo sobre suelo, solitarios o formando pequeños grupos de 4–5 ascomas dispersos entre sí.

Desde el punto de vista fenológico se destaca que las distintas especies de *Morchella* fructifican en general en primavera, sin embargo, los materiales aquí descriptos presentaron ocurrencia invernal.

Material estudiado.— ARGENTINA. Prov. Misiones, Dpto. El Dorado, 26° 25' 23.2" S 54° 34' 38.8" O, en plantación de *Ilex paraguariensis*, 270 m snm, 16-VI-2021, Gorriti 323 (SLP). Dpto. Leandro N. Alem, 27° 36' 54" S 55° 35' 48" O, próximos a la especie exótica *Hovenia dulcis*, 200 m snm, 30-VII-2018 y 04-VII-2020, Velazquez 207, 322 (SLP). Dpto. Libertador General San Martín, 26° 58' 07.3" S 55° 02' 47.1" O, en un espacio parqueizado con especies de árboles nativos (Lapacho) y exóticos (Mora, Cycas), 220 m snm, 11-VI-2020, Tinschhauser 301, 324 (SLP).

DISCUSIÓN

Se registra por primera vez a *Morchella esculenta* para la selva paranaense Argentina. La identificación de las especies de *Morchella* con base en caracteres macro y micromorfológicos es complejo debido a la gran variación en sus características inter e intraespecíficas (O'Donnell et al., 2011; Hernández-Salmerón et al., 2013). Por este motivo, actualmente la taxonomía de *Morchella* no se rige solo por estos parámetros, sino que se consideran otras características como su ecología y biogeografía. En este trabajo se ha realizado una comparación exhaustiva de los registros para Argentina (Tabla 1) y Brasil (Tabla 2) considerando todos estos caracteres de interés. Los especímenes de Misiones corresponden a la especie *M. esculenta*, coincidiendo con la descripción de Domínguez de Toledo (1987), particularmente en el tamaño y la forma de los basidiomas, el tamaño de los ascos y las paráfisis (de mayor longitud que las demás especies descritas en Argentina) (Tabla 1). Las medidas de los ascos coinciden también con los registros de Brasil (Susin y Campos, 1995; Cortez et al., 2004). Los ejemplares hallados en Misiones y en Brasil no están asociados a la ocurrencia de fuego, mientras que varias de las especies citadas para Argentina fueron reportadas luego de incendios (Gamundi y Horak 1993; Pildain et al., 2014) (Tabla 1). La especificidad de crecimiento luego del fuego no se ve en las especies del clado 'Esculenta', y se ha sugerido que puede ser una adaptación de las especies del clado 'Elata' (Du et al., 2012b; Loizides et al., 2016).

Los ascomas fueron encontrados entre los meses de junio y agosto, en temporada invernal, mientras que la mayoría de los registros de esta especie se dan típicamente en primavera. Particularmente, estos son los meses donde se registran los valores mínimos de temperatura con respecto a la media anual, y donde se registran temperaturas de 10 a 15°C, siendo estas condiciones propicias para la producción del ascomas, tal como registran Hussain y Sher (2021) y Salinas et al. (2018). Además, se destaca que los individuos fueron recolectados en sitios antropizados, donde no se observaron plantas micorrícicas conocidas como especies exóticas de pino o especies nativas, como *Pisonia* spp. y *Coccoloba* spp. Esto concuerda con el hábito saprótrofo descrito para la especie, y la ausencia de relaciones micorrícicas. Para los registros de especies de *Morchella* en Patagonia, se mencionan las plantas que se encontraban en los sitios, pero no se confirma si las especies establecieron una relación micorrícica o no. Se ha sugerido que la presencia de *Morchella tridentina* Bres. y *Morchella eximia* Boud. en sitios con especies de pinos y árboles nativos podría explicarse como una co-introducción de *Pinus* spp. y *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco de América del Norte (Pildain et al., 2014). Sin embargo, el primer reporte de *Morchella* en la Patagonia es anterior a las plantaciones de pinos exóticos en la región (Spegazzini, 1909). Para los registros de Brasil, se describen las plantas presentes en los sitios y en uno de los casos se supone la introducción de la especie con la introducción de árboles exóticos como olmos, fresnos o álamos (Tabla 2).

Cabe destacar que los mecanismos ecofisiológicos por los que las especies de *Morchella* producen ascomas bajo determinados estímulos derivados de las relaciones con el medio físico y biótico, siguen sin ser resueltos y requieren estudios más profundos *in situ* sobre el ciclo vegetativo del hongo y sus relaciones con el ambiente.

Además de contribuir al conocimiento de la Funga de la selva paranaense, y una vez realizados los estudios para su adecuado aprovechamiento, *Morchella* podría sumarse a los recursos forestales no maderables para el bosque nativo de la provincia de Misiones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Luis Velázquez, Flia. Tinshauser y Raúl Gorriti por su permanente monitoreo de la biodiversidad y colaboración con el IMiBio.

BIBLIOGRAFÍA

- Bauni, V., Bertonatti, C., Giacchino, A., Schivo, F., Mabragaña, E., Roesler, I., Rosso, J. J., Teta, P., Williams, J. D., Abba, A. M., Cassini, G. H., Cousseau, M. B., Flores, D. A., Fortunato, D. M., Giusti, M. E., Jayat, J. P., Liotta, J., Lucero, S., Aguirre, T. M., Pereira, J. A. y Crisci, J. (2022). Biodiversity of vertebrates in Argentina: patterns of richness, endemism and conservation status. *ZooKeys* 1085: 101-127. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1085.76033>
- Cortez, V.G., Coelho, G. y Guerrero, R. T. (2004). *Morchella esculenta* (Ascomycota): una rara especie encontrada em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. *Bio-ciências* 12 (1): 51-53.
- Daniele, G. y Becerra, A. (2013). *Morchella esculenta* (Morchellaceae, Ascomycota) en los bosques de las Yungas de Argentina. *Lilloa* 50 (1): 33-34.
- Domínguez de Toledo, L. (1987). Sobre la presencia de *Morchella esculenta* (Morchellaceae-Ascomycotina) en Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 25: 79-84.
- Du, X. H., Zhao, Q., O'Donnell, K., Rooney, A. P. y Yang, Z. L. (2012a). Multigene molecular phylogenetics reveals true morels (*Morchella*) are especially species-rich in China. *Fungal Genetics and Biology* 49: 455-469.
- Du, X-H., Zhao, Q., Yang, Z. L., Hansen, K., Taşkin, H., Büyükalaca, S., Dewsbury, D., Moncalvo, J-M., Douhan, G. W., Robert, V. A. R. G., Crous, P. W., Rehner, S. A., Rooney, A. P., Sink, S. y O'Donnell, K. (2012b). How well do ITS rDNA sequences differentiate species of true morels (*Morchella*)? *Mycologia* 104 (6): 1351-1368.
- Du, X. H., Zhao, Q. y Yang, Z. L. (2015). A review on research advances, issues, and perspectives of morels. *Mycology* 6 (2): 78-85.
- Gamundi, I. (1975). Fungi, Ascomycetes Pezizales. En: S. A. Guarrera, I. J. Gamundi de Amos, D. Rabinovich de Halperín (Eds.). *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego* 10: 185 pp.
- Gamundi, I. J. y Horak, E. (1993). Hongos de los bosques Andino Patagónicos (1° Ed). Vázquez Mazzini.
- Grassi, E. M., Romano, G. M. y Schenone, N. F. (2016). Macrohongos presentes en un área de manejo regenerativo de bosque de Mata Atlántica (Misiones, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 51 (2): 223-233.

- Guzmán, G y Tapia, F. (1998). The known morels in México, a description of a new blushing species, *Morchella rufobrunnea*, and new data on *M. guatemalensis*. *Mycologia* 90 (4): 705-714.
- Hanlin, R. T. (1990). Illustrated genera of Ascomycetes. (1° Ed). American Phytopathological Society.
- Hernández-Salmerón, I. R., Gómez Reyes, V. M. y Gómez Peralta, M. (2013). Contribución al conocimiento del género *Morchella* (Morchellaceae: Ascomycota) para Michoacán. *Biológicas* 15 (1): 11-15.
- Hobbie, E. A., Weber, N. S. y Trappe, J. M. (2001). Mycorrhizal vs saprotrophic status of fungi: the isotopic evidence. *New Phytologist* 150 (3): 601-610.
- Hussain, S. y Sher, H. (2021). Ecological characterization of Morel (*Morchella* spp.) habitats: A multivariate comparison from three forest types of district Swat, Pakistan. *Acta Ecologica Sinica* 41: 1-9.
- Lechner, B. E, Wright, J. E. y Popoff, O. F. (2006). New taxa and new records for Argentina of fungi from Iguazú National Park, Misiones. *Fungal Diversity* 21 (2): 131-139.
- Loizides, M. (2017). Morels: the story so far. *Field Mycology* 18 (2): 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.fldmyc.2017.04.004>
- Loizides, M., Bellanger, J. M., Clowez, P., Richard, P. y Moreau, P. A. (2016). Combined phylogenetic and morphological studies of true morels (Pezizales, Ascomycota) in Cyprus reveal significant diversity, including *Morchella arbutiphila* and *M. disparilis* spp. nov. *Mycological Progress* 15 (4): 39-67.
- Machuca, A, Gerding, M., Chávez, D., Palfners, G., Oyarzúa P., Guillén, Y. y Córdova, C. (2021). Two new species of *Morchella* from *Nothofagus* forests in Northwestern Patagonia (Chile). *Mycological Progress* 20: 781-795.
- Martiarena, R., Frangi, J. L., Von Wallis, A., Arturi, M. J., Fassola, H. E. y Fernandez, R. A. (2014). Propiedades del suelo y productividad de *Pinus taeda* L. en la Mesopotamia Argentina. *AUGMDOMUS* 6: 47-65. Asociación de Universidades Grupo Montevideo. Recuperado de <https://revistas.unlp.edu.ar/domus/article/view/663>
- Mittermeier, R. A., Turner, W. R., Larsen, F. W., Brooks, T. M. y Gascon, C. (2011). Global biodiversity conservation: The critical role of hotspots. En: F.E. Zachos, J.C. Habel (Eds.), *Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas* (pp. 3-22). Heidelberg: Springer.
- Moretti, L. M. y Navarro de Rau, M. F. (2019). Soils of Misiones. En: G. Rubio, R. Lavado, F. Pereyra (Eds), *The Soils of Argentina* (pp. 185-193). Cham: Springer.
- Niveiro, N., Popoff, O. F. y Albertó, E. O. (2010). Contribución al conocimiento de los agaricales S.L. de la Selva Paranaense Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 45 (1-2): 17-27.
- Noss, R. F., Platt, W. J., Sorrie, B. A., Weakley, A. S., Means, D. B., Costanza, J. y Peet, R. K. (2015). How global biodiversity hotspots may go unrecognized: lessons from the North American Coastal Plain. *Diversity and Distributions* 21 (2): 236-244.
- O'Donnell, K., Rooney, A. P., Mills, G. L., Kuo, M., Weber, N. S. y Rehner, S. A. (2011). Phylogeny and historical biogeography of true morels (*Morchella*) reveals

- an early Cretaceous origin and high continental endemism and provincialism in the Holarctic. *Fungal Genetics and Biology* 48 (3): 252-265.
- Pildain, M. B., Visnovsky, S. B. y Barroetaveña, C. (2014). Phylogenetic diversity of true morels (*Morchella*), the main edible non-timber product from native Patagonian forests of Argentina. *Fungal Biology* 118 (9-10): 755-763.
- Pilz, D., McLain, R., Alexander, S., Villarreal-Ruiz, L., Berch, S., Wurtz, T. L., Parks, C. G., McFarlane, E., Baker, B., Molina, R. y Smith, J. E. (2007). Ecology and management of morels harvested from the forests of western North America. General Technical Report PNW-GTR-710. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific North-west Research Station, Portland.
- Ryvarden, L. y De Meijer, A. A. R. (2002). Studies in neotropical polypores 14. New species from the state of Paraná, Brazil. *Synopsis Fungorum* 15: 34-69.
- Salinas, S., Moya Navarro, I. A. y Gómez, N. C. (2018). Morchela (*Morchella* spp.) El hongo de los bosques norpatagónicos de la región de Aysén. Recuperado de <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/28229>
- Spegazzini, C. (1909). Mycetes argentinenses. Serie 4. *Anales Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires* 19: 257-458.
- Spegazzini, C. (1912). Mycetes argentinenses. Serie 6. *Anales Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires* 23: 1-146.
- Susin, V. L. N. y Campos, A. C. S. (1995). Fungos comestíveis no município de Rio Grande. *Vittale* 7: 51-73.
- Taşkın, H., Büyükalaca, S., Rehner, S. A., Dogan, H. H. y O'Donnell, K. (2010). A multigene molecular phylogenetic assessment of true morels (*Morchella*) in Turkey. *Fungal Genetics and Biology* 47 (8): 672-682.
- Taşkın, H., Büyükalaca, S., Hansen, K. y O'Donnell, K. (2012). Multilocus phylogenetic analysis of true morels (*Morchella*) reveals high levels of endemics in Turkey relative to other regions of Europe. *Mycologia* 104 (2): 446-461.
- Timm, J. M. (2018). Primavera Fungi – Guia de Fungos do Sul do Brasil. (1° Ed). Via Sapiens.
- Voitk, A., Beug, M. W, O´Donnell, K. y Burzynski, M. (2016). Two new species of true morels from Newfoundland and Labrador: Cosmopolitan *Morchella eohespera* and parochial *M. laurentiana*. *Mycologia* 108 (1): 31-37.
- Wright, J. E. y Wright, A. M. (2005). Checklist of the mycobiota of Iguazú National Park (Misiones, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 40 (1-2): 23-44.
- Zanotti, C. A., Keller, H. A. y Zuloaga, F. O. (2020). Biodiversidad de la flora vascular de la provincia de Misiones, región Paranaense Argentina. *Darwiniana, Nueva Serie* 8 (1): 42-291.