

Revista Cubana de
Ciencias Forestales

CFORES

Volumen 10, número 2; 2022

Artículo original

Asociación de *Phlebopus sp.* con especies forestales del arbolado urbano de Asunción, Paraguay

Association of *Phlebopus sp.* with arboreal species of the urban trees of Asunción, Paraguay

Associação de *Phlebopus sp.* com espécies florestais das árvores urbanas de Assunção, Paraguai

Esteban Isrrael Moreira-Rivas^{1*}  <https://orcid.org/0000-0001-5136-2974>

Maura Isabel Díaz-Lezcano²  <https://orcid.org/0000-0003-4629-8255>

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. Paraguay.

²Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera: Ingeniería Forestal Paraguay.

*Autor para la correspondencia: imisrraelmoreira@gmail.com

Recibido: 26/01/2022.

Aprobado: 16/06/2022.

RESUMEN

Los ecosistemas paraguayos albergan una gran diversidad de organismos en el arbolado urbano que incluyen las interacciones hongo-planta, comúnmente llamadas micorrizas. Estas micorrizas presentan una cantidad de hifas subterráneas de difícil apreciación visual y basidiocarpos que crecen junto a ciertas especies forestales. Por ello, el objetivo de esta investigación fue identificar asociaciones micorrízicas entre macrohongos y especies forestales que interactúan entre de sí en el arbolado urbano de Asunción, Paraguay. Para ello, fueron seleccionados como puntos de referencia dos plazas (De las Américas e Infante Rivarola) y el Parque Carlos Antonio López. Se realizó un recorrido para la identificación de la composición florística del arbolado urbano en los mencionados espacios verdes, y la observación de la existencia de hongos micorrízicos. Los cuerpos



observação da existência de fungos micorrizais. Os corpos de frutificação dos macrofungos encontrados foram coletados e levados ao Laboratório de Biologia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Nacional de Assunção, onde foram secos para observação microscópica e identificação. As espécies florestais foram identificadas por meio de chaves taxonômicas, levando em consideração o tamanho da árvore, o caule, a madeira, a casca e as folhas. Três espécimes de macrofungos do gênero *Phlebopus* foram encontrados associados às árvores das famílias Bignoniaceae e Fabaceae em espaços verdes de Assunção. Duas espécies florestais nativas *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, *Jacaranda mimosifolia* D. Don e uma exótica *Bauhinia variegata* L. com associação do fungo *Phlebopus* sp.

Palavras-chave: Micorrizas; Espécies florestais nativas; Espécies florestais exóticas; Macrofungos.

INTRODUCCIÓN

Los organismos del Reino Fungi, han sido estudiados a lo largo de la historia universal dejando evidenciado que cientos de ellos presentan una forma de vida que interactúa con los cientos de hospederos del Reino Plantae (Pham *et al.*, 2012).

Castro (2009) menciona que la micorriza es una simbiosis mutualista en donde su función es la de aumentar la superficie de la absorción de las raíces por medio de sistemas hifales extrarradicales, ya que la planta puede absorber mayor cantidad de agua, nutrientes esenciales como el (nitrógeno y fósforo) y los iones pocos móviles como el (cobre, zinc, amoníaco y ácido fosfórico), favoreciendo el balance hídrico y la nutrición (Barrera 2009).

Por ello, desde la perspectiva nutricional, uno de los principales aportes de las micorrizas es la absorción del fósforo, ya que este nutriente es asimilado desde las vías radiculares redistribuyendo a toda la planta por ser un elemento fundamental para el crecimiento de la misma, lo que refleja una contribución fundamental en el aumento de la masa seca, crecimiento y área foliar de la planta (Barrera 2009).

Dentro de la comunidad edáfica, la actividad microbiológica puede deberse a las asociaciones mutualistas de los hongos micorrízicos, tal es el caso que estos organismos pueden también interactuar con otros agentes, ya sean bacterias y hongos, por lo que contribuyen a realizar acciones sinérgicas para el control de fitopatógenos, sumado todo esto para un mejor crecimiento de la planta como lo menciona (Cano 2011).

Investigaciones realizadas por Álvarez-Manjarrez *et al.* (2018) refieren que las micorrizas poseen ciertas preferencias por las familias botánicas como (Pinaceae, Fagaceae y Betulaceae) en el hemisferio norte, ya que son familias de gran importancia por su diversidad en especies y en relación al hemisferio sur, las familias botánicas colonizadas por las ectomicorrizas son las Nothofagaceae, Myrtaceae, Dipterocarpaceae y el orden Fabales, ya que son dominantes.

En relación a las especies forestales, también desde un punto de vista positivo, pueden ser una fuente de mejora en la obtención en tamaño y calidad la producción de semillas mediante el empleo de las micorrizas mediante la incorporación del fósforo y otros nutrientes Montaña *et al.* (2007).



Dentro del arbolado urbano se encuentran también hongos asociados a raíces de forma negativa, como son *Ganoderma*, *Fomitiporia*, *Hydnopolyporus* que degradan la calidad de la madera afectando las medidas sanitarias de la misma (Moreira-Rivas y Díaz-Lezcano 2021).

El objetivo de este estudio consiste en identificar asociaciones micorrízicas entre macrohongos y especies forestales que interactúan entre sí en el arbolado urbano de Asunción, Paraguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

Los trabajos de campo fueron realizados en las Plazas de las Américas, e Infante Rivarola y el Parque Carlos Antonio López, de la ciudad de Asunción, Paraguay (Latitud: -25.2819, Longitud: -57.635 25° 16' 55" Sur, 57° 38' 6" Oeste). A finales del mes de enero del 2021, se realizó un recorrido para la identificación de la composición florística del arbolado urbano, en los mencionados espacios verdes, y la observación de la existencia de hongos micorrízicos del género *Phlebotopus*. En la ciudad de Asunción, se registró una precipitación total durante el mes de enero de 300 mm y una temperatura promedio del de 26°C. Esta temperatura se encuentra dentro del rango considerando, la temperatura máxima promedio de 33 °C y 23 °C como temperatura mínima, el mes más cálido del año en Asunción es enero según Grassi (2020).

Primeramente, se procedió a la identificación de las especies forestales presentes en las plazas y el parque antes mencionados conforme a las claves taxonómicas de López *et al.* (2002), Pérez de Molas (2016), consignándose la familia botánica, el nombre científico y el nombre común. Para ello, se han considerado el porte del árbol, tipo de corteza del fuste, tipo y forma de hojas, presencia de lenticelas, tipo de inflorescencias y fructificación.

Se hicieron observaciones directas del estado fitosanitario de los árboles y se buscaron los posibles cuerpos fructíferos de los hongos micorrízicos, los que fueron recolectados, etiquetados en bolsas y llevados al Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (UNA). Una vez colectadas las muestras, siguiendo los lineamientos propuestos por Miller y Miller (1988), se procedió al secado y conservación para su posterior observación microscópica e identificación, utilizando el microscopio de marca Boeco Germany, con montajes en Azul de Lactofenol e Hidróxido de Potasio al 5 %. Las fotografías fueron tomadas con una cámara CANON PowerShot Sx _ 410. La identificación de especies de hongos macroscópicos se realizó utilizando la clave taxonómica disponible (Baroni *et al.*, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	kurupa'y kuru
Fabaceae	<i>Triplaris gardneriana</i>	villetana
Fabaceae	<i>Geoffroea spinosa</i>	manduvira
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	timbo
Fabaceae	<i>Tipuana tipu</i>	tipa
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	inga
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i>	yvyraju
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	leucaena
Fabaceae	<i>Cassia fistula</i>	lluvia de oro
Fabaceae	<i>Acacia mangium</i>	acacia
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i>	yvyra ro
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i>	lluvia de orquídeas
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i>	yvyraju
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i>	taruma
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	laurel
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	acerola
Malvaceae	<i>Ceiba chodatii</i>	samu'u
Malvaceae	<i>Guasuma ulmifolia</i>	kamba aka
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	paraiso
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	cedro
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i>	ybapoy
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	ficus
Moraceae	<i>Morus alba</i>	mora
Moraceae	<i>Ficus enormis</i>	guapo y
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	moringa
Myrtaceae	<i>Eucalyptus grandis</i>	eucalipto
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i>	ñangapiry
Myrtaceae	<i>Myrtus communis</i>	mirto
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	guayaba
Proteaceae	<i>Grevillea robusta</i>	grevillea
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i>	hovenia
Rutaceae	<i>Citrus limonia</i>	limon



Rutaceae	<i>Citrus aurantiun</i>	apepu
Sapindaceae	<i>Sapinduous saponaria</i>	casita
Sapindaceae	<i>Melicoccus lepidopetalus</i>	yvapovo
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	agua'i
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	juasy'y
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	amba'y

En todos los sitios del arbolado urbano, donde se ejecutaron los muestreos y observaciones, se identificó el género *Phlebopus* (Figura 1). Es un hongo de color marrón claro, presenta un basidiocarpo carnoso, de hábito solitario a gregario, el píleo es pardo con el estípite central afinándose hacia arriba con el ápice amarillo. Superficie glabra. Presenta margen irregular, en la cual esta se parte cuando maduran. A nivel microscoscópico, las tramas de hifas son gelatinosas, las basidiosporas presentan paredes delgadas y los basidios claviformes.

Por otro lado, el género *Phlebopus* es un hongo que habita en zonas tropicales caracterizados por basidiomas con estructuras típicamente robustas con presencia del estípote central grueso, sin huecos, corto y liso con basidiosporas abundantes pardooliváceas, cistidios marrones y una inmensurable cantidad de hifas entrelazadas en el basidioma con una distribución amplia en el hemisferio sur como lo menciona Watling (2008).



Figura 1. - A) Observación de los poros B) Basidiocarpos enteros con hábito de crecimiento gregario. C) Color del basidiocarpo cuando viejo. D) Corte transversal de *Phlebopus sp.* asociado a *Bauhinia variegata*

Asociaciones forestales con *Phlebopus sp.*

La Tabla 2 muestra las especies arbóreas donde se asocia el hongo. Moreira-Rivas y Díaz-Lezcano (2021), mencionan que en el arbolado urbano de Asunción predominan las especies de la familia *Fabaceae*, seguida de las de la Familia *Bignoniaceae*, siendo



frecuente encontrar en plazas, parques y avenidas de la ciudad la presencia de *H. heptaphyllus*, *J. mimosifolia* y *B. variegata*. Asimismo, Díaz Lezcano *et al.* (2021) reportan que la composición florística de las especies forestales de uso ornamental en plazas y parques de Paraguay es muy variada, siendo las especies de las familias Fabaceae, Bignoniaceae y Arecaceae las más representativas.

Tabla 2. - Los ejemplares del macrohongo *Phlebopus sp.* se encontraron asociados a tres especies forestales mencionando la descripción y localización de las especies forestales hospedantes de *Phlebopus sp.*

Familia botánica	Nombre científico	Nombre común (en español y guaraní)	Origen	Localización
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	lapacho negro, Tajy hu	nativa	Plaza de las Américas (-25.2938788, -57.581541,16z)
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	jacarandá, Ka'í jepopete	nativa	Plaza Infante Rivarola (-25.294579, -57.5775188,15z)
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i>	lluvia de orquídeas	exótica	Parque Carlos Antonio López (-25.2869366, -57.6510244,15z)

La asociación de hongo-planta se da mediante una serie de señales que presentan entre sí, tal es el caso del micelio que presentan los hongos del género *Phlebopus sp.*, con una distribución a nivel mundial, que le asociarse a especies forestales como el eucalipto (*Eucalyptus spp.*) y ciertas leguminosas (Ducouso *et al.*, 2012).

Sin embargo, existen evidencias de que *Phlebopus sp.* es un macrohongo comestible, informes realizados por Cristaldo *et al.* (2021), los que ratifican que este hongo presenta compuestos fenólicos ($26,30 \pm 5,06$ mg GAE.g⁻¹) y antioxidantes ($25,69 \pm 3,00$ mg EAA.g⁻¹), estos últimos con una actividad del 11 % que se encuentra entre los parámetros comestibles y no tóxicos para el consumo humano.

Baroni *et al.* (2015) comentan que este género se ha reportado en numerosos países de América como Bolivia, Brasil, Argentina, Colombia, Ecuador, Costa Rica, Puerto Rico, Venezuela y México.

En los reportes mencionados por Vasco *et al.* (2018), fundamentan que las micorrizas están mayormente ligadas por las condiciones ambientales del lugar, además de parámetros como (pH, tipos de suelos, disponibilidad de fósforo, nitrógeno, entre otros). Sin embargo, en las condiciones ambientales como la humedad relativa alta y las intensas lluvias ocurridas en Asunción durante el mes de enero del 2021, hicieron favorables las condiciones del suelo para el crecimiento de estas micorrizas, pudiendo observarse que estos suelos presentan abundante materia orgánica que propicia el crecimiento saprotróficos de *Phlebopus sp.* (Figura 2).





Figura 2. - Basidiocarpio completo con vista estereoscópica y observación del macrohongo asociado a *Jacaranda mimosifolia*

La especie *J. mimosifolia* es una de las dominantes en el arbolado urbano de Asunción y, también, recomendada en La Guía de Arborización Urbana para el Área Metropolitana de Asunción (MADES/PNUD/FMAM 2019), por lo que su representatividad pudiera estar incidiendo en la posibilidad de asociación con el hongo *Phlebopus sp.*

También se pudo corroborar la presencia de *Phlebopus sp.* en asociación con *H. heptaphyllus* (Figura 3). esto reafirma las evidencias de que los hongos micorrízicos arbusculares son los simbiosistas de raíces más prolíficos y ubicuos, pues colonizan el 72 % de las plantas terrestres (Brundrett y Tedersoo 2018). A pesar de que los beneficios de la simbiosis micorrízica están bien documentados, se sabe poco sobre los efectos de la urbanización en las asociaciones de micorrízicas arbusculares (Buil *et al.*, 2021).

Por su parte, Kumla *et al.* (2016), mencionan que *Phlebopus sp.* forma sintéticamente ectomicorrizas anatómicamente completas con *Pinus sp.* y *Acacia sp.*; sin embargo, Palacio *et al.* (2015) sostienen que especies del género *Phlebopus* son hongos facultativos. Por otra parte, Singer *et al.* (1983) y Sánchez y Mata (2012) afirman que son saprobios, lo que pone en duda la naturaleza ectomicorrízica de las especies. Además, Flamini *et al.* (2018) y Sánchez y Mata (2012) sostienen que especies del género *Phlebopus* son hongos alimenticios.

Deschamps (2002) destacó que, en San Luis y Córdoba, Argentina, la relación entre *Phlebopus bruchii* y el árbol *Fagara coco* (Carrillo 2014), perteneciente a la familia de las rutáceas, tiene su origen en flora nativa, así como en el caso reportado en la presente investigación donde se registra la asociación entre este género de hongo y dos especies forestales nativas, *J. mimosifolia* y *H. heptaphyllus*.





Figura 3. - Observaciones macroscópicas asociadas con *Handroanthus heptaphyllus* caracterizadas mediante claves taxonómicas

Por otro lado, la especie *Bauhinia variegata* es una leguminosa que presentó también asociaciones simbióticas con el género *Phlebopus sp.*, según se observa en la Figura 1.

En los reportes realizados por (Pérez-Moreno y Read 2004), se menciona que los géneros *Acacia*, *Aldinia* e *Inga*, presentan ciertas asociaciones con los géneros del orden Boletales, al cual pertenece *Phlebopus sp.*

También se ha informado por Alexander y Hogberg (1986) géneros de hongos comestibles asociados a la subfamilia Caesalpinoideae; estos géneros son: *Afzelia*, *Brachystegia*, *Isoberlinia* y *Julbernardia* siendo este el primer indicio de *Phlebopus sp.* asociado a *B. variegata* como micorriza.

Según la FAO (2005) son muchos los beneficios económicos producidos por los hongos desde el punto de vista forestal, ya que estos se reflejan en comunidades rurales, especialmente en países en desarrollo.

CONCLUSIONES

Se identificaron ejemplares del macrohongo *Phlebopus spp.* asociados con tres especies forestales de las familias Bignoniaceae: *Handroanthus heptaphyllus* y *Jacaranda mimosifolia*; y Fabaceae: *Bauhinia variegata*, especies muy abundantes en el arbolado urbano de Asunción.

El trabajo sugiere la ejecución manejos silviculturales relacionados con el estado sanitario de los árboles de la zona metropolitana de Asunción y sobre todo, un registro de interacción hongo-árbol que permita profundizar en la identificación de las especies de *Phlebopus sp.*



FONDOS

Las actividades relacionadas a los trabajos de laboratorio en lo concerniente a equipos, instrumentos y reactivos han sido financiadas por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, y los desplazamientos para recolección de muestras con recursos propios de los autores.

AGRADECIMIENTOS:

Los autores agradecen el apoyo del Dr. Daniel Rivaldi de la (FCQ-UNA) y a la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-UNA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, I.J. and HOGBERG, P., 1986. Ectomycorrhizas of tropical angiospermous trees. *The new phytologist* [en línea], vol. 102, no. 4, pp. 541_549. [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 0028-646X. DOI 10.1111/j.1469-8137.1986.tb00830.x. Disponible en: <https://www.mendeley.com/catalogue/575ca9f4-9fad-3dfa-8311-1f95e62d4dd0/>.
- ALVAREZ-MANJARREZ, J., GARIBAY-ORIJEL, R. and SMITH, M.E., 2018. Caryophyllales are the main hosts of a unique set of ectomycorrhizal fungi in a Neotropical dry forest. *Mycorrhiza* [en línea], vol. 28, no. 2, pp. 103_115. ISSN 0940-6360. DOI 10.1007/s00572-017-0807-7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00572-017-0807-7>.
- BARONI, T.J., CIFUENTES, J., SANTANA, B.O. and CAPPELLO, S., 2015. A new species of *Phlebopus* (Boletales, Basidiomycota) from Mexico. *North American fungi* [en línea], vol. 10, no. 0, pp. 1_13. [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 1937-786X. DOI 10.2509/naf2015.010.007. Disponible en: <https://openjournals.wsu.edu/index.php/pnwfungi/article/view/1429>.
- BARRERA B, E., 2009. EL USO DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA AGRICULTURA. *Biocnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [online]. 2009. vol. 7, no. 1, p. 123_132. [Zugriff am: 26 January 2022]. Verfügbar unter: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612009000100014&script=sci_abstract&tIng=es
- BRUNDRETT, M.C. and TEDERSOO, L., 2018. Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. *The new phytologist* [en línea], vol. 220, no. 4, pp. 1108_1115. ISSN 0028-646X. DOI 10.1111/nph.14976. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/nph.14976>.
- BUIL, P.A., D, RENISON, y A, BECERRA, 2021. Soil infectivity and arbuscular mycorrhizal fungi communities in four urban green sites in central Argentina. *Urban Forestry & Urban Greening*, 64, 127285. *Researchgate.net* [en línea], Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/353735072_Soil_infectivity_and_arbuscular_mycorrhizal_fungi_communities_in_four_urban_green_sites_in_central_Argentina.



- CANO, M.A. and UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES, 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, Trichoderma spp. y Pseudomonas spp. una revisión. *Revista Udca Actualidad & Divulgacion Cientifica* [online]. 2011. vol. 14, no. 2, p. 15_31. [Zugriff am: 26 January 2022]. DOI 10.31910/rudca.v14.n2.2011.771. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262011000200003&script=sci_abstract&tlng=es
- CARILLO, L., 2014. Los hongos comestibles en el código alimentario Argentino. *Revista-AGRARIA*. [online]. 2014. vol. 8, no. 15, No15, p. 99-103 [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 2362-4035. Disponible en: <http://www.fca.unju.edu.ar/investigacion/agraria/2014/8/15>.
- CRISTALDO, E., CAMPI, M., MANCUELLO, C., y MAUBET, Y, 2021. Perfil químico y biológico del hongo comestible *Phlebopus* sp. *Revista-Steviana*. [online]. 2021. vol. 13, no. 1, p. 96 [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 2304-2907. Disponible en: http://www.facen.una.py/wp-content/uploads/2021/11/Libro-de-resumenes_IVJPB_2021.pdf
- DESCHAMPS, J.R., 2002. Hongos silvestres comestibles del Mercosur con valor gastronómico. [en línea], [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 1850-2547. Disponible en: <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/433>.
- DÍAZ-LEZCANO, M.I; GAMARRA-LEZCANO, C.C., Y LEZCANO-ACOSTA, M, 2021. Especies Forestales Ornamentales en Paraguay. Ediciones INTA, [en línea], pp. 29-40. [Consulta: 26 January 2022]. ISBN 978-987-679-312-4. Disponible en: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10744#>
- DUCOUSSO, M., DUPONNOIS, R., THOEN, D. and PRIN, Y., 2012. Diversity of ectomycorrhizal fungi associated with Eucalyptus in Africa and Madagascar. *International journal of forestry research* [en línea], vol. 2012, pp. 1_10. [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 1687-9368. DOI 10.1155/2012/450715. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ijfr/2012/450715/>.
- FAO. (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS), 2005. Los Hongos Silvestres Comestibles: Perspectiva Global de Su USO E Importancia Para La Poblacion (Productos Forestales No Madereros). Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [en línea]. [Consulta: 26 January 2022]. Disponible en: <https://www.iberlibro.com/9789253051571/Hongos-Silvestres-Comestibles-Perspectiva-Global-9253051574/plp>.
- FLAMINI, M., SUÁREZ, M.E. and ROBLEDO, G., 2018. Hongos útiles y tóxicos según los yuyeros de La Paz y Loma Bola (Valle de Traslasierra, Córdoba, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botanica*. Sociedad Argentina de Botanica [en línea], vol. 53, no. 2, pp. 319_338. [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 0373-580X. DOI 10.31055/1851.2372.v53.n2.20588. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/BSAB/article/view/20588>.



- GRASSI, B. 2020. Estado del clima Paraguay 2019 "Cambio climático, evidencias científicas e impactos" [Consulta: 17 April 2022]. Disponible en: https://www.stp.gov.py/v1/wp-content/uploads/2020/11/Presentacio%CC%81n-Estado-del-Clima-Paraguay-2019_compressed.pdf.
- KUMLA, J., HOBBIE, E.A., SUWANNARACH, N. and LUMYONG, S., 2016. The ectomycorrhizal status of a tropical black bolete, *Phlebopus portentosus*, assessed using mycorrhizal synthesis and isotopic analysis. *Mycorrhiza* [en línea], vol. 26, no. 4, pp. 333_343. [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 0940-6360. DOI 10.1007/s00572-015-0672-1. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26671421/>.
- LOPEZ, J.A., LITTLE, E.L., RITZ, G.F., ROMBOLD, J.S. and HAHN, W.J., 2002. Árboles comunes del Paraguay ñande yvyra mata kuera. [en línea], [Consulta: 26 January 2022]. Disponible en: <https://www.agr.una.py/fca/index.php/libros/catalog/book/284>.
- MADES/PNUD/FMAM. 2019. Guía de Arborización Urbana para el Área Metropolitana de Asunción. Proyec-to "Asunción Ciudad Verde de las Américas _ Vías a la Sustentabilidad". Asunción, Paraguay. 114 p.
- MILLER JUNIOR, O.K. & MILLER, H.H. 1988. *Gasteromycetes: Morphology and Developmental Features*. Eureka, Mac River.
- MONTAÑO, N.M, CAMARGO-RICALDE, S.L, GARCÍA-SÁNCHEZ, R. Y MONROY, A, 2009. Micorrizas arbusculares en ecosistemas áridos y semiáridos (Arbuscular mycorrhizae in arid and semiarid ecosystems). Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, Mundi-Prensa SA de CV, UAM-Iztapalapa, FES Zaragoza, UNAM. Distrito Federal, México. 460 pp. [Consulta: 26 January 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Arcadio-Monroy-Ata/publication/242595379_MICORRIZAS_ARBUSCULARES_EN_ECOSISTEMAS_ARIDOS_Y_SEMIARIDOS_/links/55774cb208aeacff20004a4f/MICORRIZAS-ARBUSCULARES-EN-ECOSISTEMAS-ARIDOS-Y-SEMIARIDOS.pdf
- MOREIRA-RIVAS, E.I. and DÍAZ-LEZCANO, M.I., 2021. Arbolado urbano de la zona metropolitana de Asunción (Paraguay) y hongos descomponedores asociados. *CEDAMAZ* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 93_98. [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 1390-5902. DOI 10.54753/cedamaz.v11i2.1176. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/1176>.
- PALACIO, M., GUTIÉRREZ, Y., FRANCO-MOLANO, A.E. and CALLEJAS-POSADA, R., 2015. Nuevos registros de macrohongos (Basidiomycota) para Colombia procedentes de un bosque seco tropical. *Actualidades Biológicas* [en línea], vol. 37, no. 102, pp. 319_339. [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 0304-3584. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-35842015000100008&lng=en&tlng=es.
- PÉREZ DE MOLAS, L, 2016. Manual de Familias y Géneros de árboles del Paraguay. [en línea. [Consulta: 26 Enero 2022]. ISBN 978-92-5-309402-8 Disponible en: <http://www.infona.gov.py/index.php/noticias/manual-de-familias-y-generos-de-arboles-del-paraguay>.



- PÉREZ-MORENO, J. and READ, D.J., 2004. Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia* [en línea], vol. 29, no. 5, pp. 239_247. [Consulta: 26 January 2022]. ISSN 0378-1844. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000500004&lng=es&tlng=es.
- PHAM, Nguyen-Duc Hoang, Akira SUZUKI, Nguyen-Duc Hoang PHAM, Akiyoshi YAMADA, Kiminori SHIMIZU, Katsuji NODA, Le-Anh Tuan DANG and Akira SUZUKI, 2012. A sheathing mycorrhiza between the tropical bolete *Phlebopus spongiosus* and *Citrus maxima*. *Mycoscience* [online]. 2012. vol. 53, no. 5, p. 347_353. DOI 10.1007/s10267-011-0177-5. Verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1340354012700499>
- SÁNCHEZ, J.E. and MATA, G., 2012. Hongos comestibles y medicinales en Iberoamérica: investigación y desarrollo en un entorno multicultural. Tapachula, Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur, Instituto de Ecología. ISBN 9786077637738. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-948657>
- SINGER, R., ARAUJO, I. and IVORY, M.H., 1983. The electrophically mycorrhizal fungi of the neotropical lowlands, especially Central Amazonia. Vaduz, Liechtenstein: Cramer. ISBN 9783768254779. <https://www.worldcat.org/title/ectotrophically-mycorrhizal-fungi-of-the-neotropical-lowlands-especially-central-amazonia/oclc/12947830>
- VASCO, A., HERNÁNDEZ, J., PENUELA, M., MOLANO, A. y BOEKHOUT, T., 2018. Ectomycorrhizal fungi diversity in a white sand forest in western Amazonia. *Fungal Ecology*, vol. 31, pp. 9-18. DOI 10.1016/j.funeco.2017.10.003. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S175450481730123X>
- WATLING, R., 2008. A Manual and Source Book on the Boletes and their allies. Summerfield Books [en línea]. [Consulta: 26 January 2022]. Disponible en: <https://www.summerfieldbooks.com/product/a-manual-and-source-book-on-the-boletes-and-their-allies/>.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores

Esteban Isrrael Moreira-Rivas: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, confección de base de datos, asesoramiento general por la temática abordada, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.

Maura Isabel Díaz-Lezcano: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, confección de base de datos, asesoramiento general por la temática abordada, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.





Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
Copyright (c) 2022 Esteban Isrrael Moreira-Rivas, Maura Isabel Díaz-Lezcano

