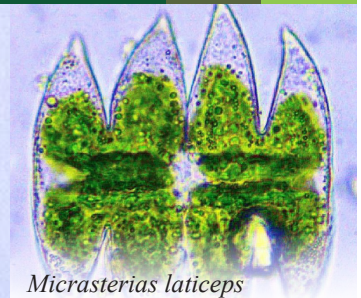


Steviana



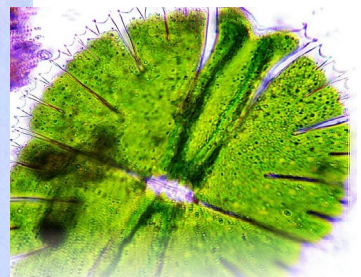
Micrasterias papillifera
Bréb. ex Ralfs



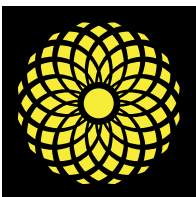
Micrasterias laticeps
Nordst



Euastrum ansatum
Ehrenberg ex Ralf



Micrasterias rotata
Ralfs 1848



Laboratorio de Recursos Vegetales
Departamento de Biología
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad Nacional de Asunción



La revista ***Steviana*** es una publicación semestral, del Laboratorio de Recursos Vegetales (LA-REV), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN), la misma fue creada en 2009, y cubre áreas de investigación primaria, en todas las líneas de trabajo en el campo de las ciencias botánicas y áreas relacionadas. Las subsecciones temáticas son: Conservación, Ecología, Etnobotánica y Botánica Económica, Ficología, Fisiología, Biotecnología, Fitoquímica, Flora y Vegetación, Genética y Biología Molecular, Micología, Morfoanatomía Vegetal, Sistemática y Taxonomía, Toxicología, entre otras.

Además *Steviana* publica números especiales, tales como: libros y suplementos con los resúmenes de los trabajos presentados a las Jornadas Paraguayas de Botánica.

Cuenta con dos versiones, una impresa con tirada anual (ISSN 2077-8430) y otra *online* con publicación semestral (ISSN 2304-2907). Se publican investigaciones originales (artículos), revisiones (reviews), notas cortas y una sección de noticias, divulgación de redes y eventos, sin costo para los autores.

La revista se encuentra desde el año 2012 en el catálogo Latindex con N° de Folio 21767, e indexada en Latindex 2.0 desde el año 2022. Así también, forma parte de las siguientes bases de datos, directorios y catálogos *online*: Crossref, ISSN, Google Académico, MIAR, BASE, Dialnet, ROAD y Biblat.

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN) agradece a los investigadores nacionales e internacionales, que han dedicado su tiempo y esfuerzo incondicional en el arbitraje de los artículos:

NACIONALES

Danilo Fernández

Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biotecnología. San Lorenzo, Paraguay

Christian Vogt

Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología. San Lorenzo, Paraguay

Karina Núñez

Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Biología. San Lorenzo, Paraguay

Francisco Ferreira

Francisco Ferreira.

Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Laboratorio de Recursos Vegetales-área Química Orgánica de los Productos Naturales, San Lorenzo, Paraguay

Nélida Soria

Universidad Nacional de Pilar. Facultad de Ciencias Aplicadas. Pilar, Paraguay

MSc. Lourdes Cardozo

Centro de investigación “Hernando Bertoni” - Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, Caacupé-Paraguay

Julio Benítez

Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Química. Docente Investigador I – Química y sus aplicaciones en las ciencias de la vida, Paraguay

INTERNACIONALES

Susana Socolovsky

CFS. Presidente de la Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios, Argentina

Maria Alice Neves

Laboratório de Micologia, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina

Francisco Calaça

Secretary of State for Education of Goiás - SEDUC/GO. Postdoctoral fellow at State University of Goiás - Laboratory of Science Teaching Research. Mykocosmos - Mycology and Science Communication

Roo Vandegrift

Investigador Independiente, área Micología

Diogo Rezende

Universidade Federal de Ceará



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCION

RECTORA

Prof. Dra. Zully Concepción Vera de Molinas

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DECANO

Prof. Lic. Constantino Nicolás Guefos K., MAE

EQUIPO EDITORIAL

Comité Editorial

Editor

Bonifacia Benítez de Bertoni
(FACEN-LAREV-UNA)

Co-editor

María Vera Jiménez
(FACEN-LAREV-UNA)

Asistente de edición

Pamela Marchi
(FACEN-LAREV-UNA)

Comité Técnico

Diseño y diagramación

Daniel Curtido Benítez
(Dirección de Relaciones Exteriores y Difusión.
FACEN-UNA)

Redes sociales y Difusión

Pamela Marchi
(FACEN-LAREV-UNA)
Luz M. E. Martínez, Andrea Frágueda, Leticia López.
(Dirección de Relaciones Exteriores y Difusión.
FACEN-UNA)

Soporte informático

Luis Martínez, Beatriz Casal, Cinthia Franco
(Departamento de Sistemas. FACEN-UNA)

Idioma inglés

Nidia Beatriz Benítez Candia
(FACEN-UNA)

Comité Científico

Asesores Nacionales

María de Fátima Mereles H.

CEDIC, Paraguay

Gloria Yaluff

IICS, Paraguay

Claudia Pereira S.

FACEN-UNA, Paraguay

Miguel Angel Martínez

FIUNA, Paraguay

Michelle Campi G.

FACEN-UNA, Paraguay

Juana De Egea

CEDIC, Paraguay

Asesores Internacionales

Ana Ladio

INIBIOMA. Laboratorio Ecotono. Universidad
Nacional del Comahue, Argentina

Fernando Silla

Universidad de Salamanca. Facultad de Biología,
Área Ecología. Coordinación-Doctorado en Bio-
logía y Conservación de la Biodiversidad, España

José Iranildo Miranda de Melo

Departamento de Biología de la Universidad
Estadual de Paraíba-Campina Grande, Paraíba,
Brasil

DIRECCIÓN OFICIAL

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNA

Telefono-fax: (595-21) 585 600 / Dirección Postal: 1039 Página web: www.facen.una.py

Campus Universitario, San Lorenzo-Paraguay



Steviana, Vol. 16 (2) - 2024

CONTENIDO POR SECCIONES

Micología

05-11

New observation on mycophagy: consumption of coconut mushroom (*Oudemansiella cubensis*) by the Brazilian squirrel (*Guerlinguetus brasiliensis*)
Trierveiler-Pereira, L.; Francisco A.; Baltazar, J.M.

Fitoquímica

12-23

Perfil de agroquímicos en el cultivo de maíz (*Zea mays*)
Vargas Guillen, P. ; Vera Avendaño, R.; Ávila Franco, A.; Carrasco Schult, A.; Morán Castro, C.

Nota breve-corta

24-27

Additional notes on *Xylaria chordaeformis* Lloyd (Xylariaceae, Ascomycota) in Brazil
Trierveiler-Pereira, L.; Ju, Y.-M.; Neves, M.A.

New observation on mycophagy: consumption of coconut mushroom (*Oudemansiella cubensis*) by the Brazilian squirrel (*Guerlinguetus brasiliensis*)

Trierveiler-Pereira, L.¹ ; Francisco A.² , Baltazar, J.M.¹ 

¹Laboratório de Estudos Micológicos (LEMic-UFSCar), Centro de Ciências da Natureza, Campus Lagoa do Sino, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Buri, SP, Brazil

²Projeto Baleia à Vista, Ilhabela, SP, Brazil

*autor por correspondencia: Lt_pereira@yahoo.com.br

New observation on mycophagy: consumption of coconut mushroom (*Oudemansiella cubensis*) by the Brazilian squirrel (*Guerlinguetus brasiliensis*). Squirrels and chipmunks are known to have mycophagous habits. Nonetheless, records of mycophagy involving these animals not always present the fungal species involved, especially when they are epigeous mushrooms in Neotropical forests. Here, we report events of mycophagy involving the Brazilian squirrel (*Guerlinguetus brasiliensis*) and the coconut mushroom (*Oudemansiella cubensis*), including a description of the event and photographs. The aim of this study is to discuss the mycophagous habit of the Brazilian squirrel.

Palabras clave: feeding behaviour, fungal consumption, rodent diet

Nueva observación sobre la micofagia: consumo de seta de coco (*Oudemansiella cubensis*) por la ardilla brasileña (*Guerlinguetus brasiliensis*). Se sabe que las ardillas y 'chipmunks' tienen hábitos micófagos. Sin embargo, los registros de micofagia que involucran a estos animales no siempre presentan las especies de los hongos involucrados, especialmente cuando se trata de hongos epígeos en bosques Neotropicales. Aquí, informamos eventos de micofagia que involucran a la ardilla brasileña (*Guerlinguetus brasiliensis*) y al 'hongo del coco' (*Oudemansiella cubensis*), incluida la descripción del evento y fotografías. El objetivo de este estudio es discutir el hábito micofágico de la ardilla brasileña.

Keywords: comportamiento alimentario, consumo de hongos, dieta de roedores

INTRODUCTION

Mycophagy is an important mechanism in the evolution of reproductive and dispersal systems of hypogeous and epigeous macrofungi (Johnson, 1994). Rodents are a group of animals notable for their mycophagous habit and feed on basidiomes of a great diversity of fungal taxa, although more studies focus on hypogeous ec-

tomycorrhizal fungi, since they are completely dependent on external agents to disperse spores (García-Jiménez *et al.*, 2012; Kües *et al.*, 2018; Stephens & Rowe, 2020).

Basidiomes of fungal species are consumed by several species of squirrels and chipmunks around the world, for example, the red squirrel [*Tamiasciurus hudsonicus* (Erxleben, 1777)], from the United States and Canada, that consumes about 90 different species of mushrooms

(Fogel & Trappe, 1978). As doing so, squirrels act as spore dispersers and have an important role on fungal ecology (Mendes *et al.*, 2019).

In the Neotropics, there are reports of squirrels eating mushrooms from Panama, Colombia and Brazil (Heaney & Thorington, 1978; Vasco-Palacios *et al.*, 2008; Ribeiro *et al.*, 2009), but in the latter, there are no reports of a fungus consumed by squirrels that is identified to the specific level (Ribeiro *et al.*, 2009; Trierweiler-Pereira *et al.*, 2016). Therefore, the aim of this paper is to describe mycophagous events involving *Guerlinguetus brasiliensis* (Gmelin, 1788), the Brazilian squirrel.

MATERIALS & METHODS

Observation area

The present report is based on direct observations of fungivorous behavior in Ilha-

bela State Park, São Paulo State, Brazil (Fig. 1). Ilhabela, located between 23°46'28"S and 45°21'20"W, is an important fragment of insular Atlantic Forest (area = 347.5 km²). The regional climate, according to the Köppen classification, is type Cfb (regional humid tropical without a dry season), with an average annual temperature of 18–22 °C (Aguirre *et al.* 2018). The observation of the mycophagous event happened on 24 May 2019 at 2 p.m. (local coordinates: 23°50'02.9"S, 45°21'45.7"W).

Taxonomic identification

The squirrel species identification is based on literature (Patton *et al.*, 2015; Graipel *et al.*, 2017) and was confirmed by the mastozoologist MSc Hugo Borguezan Mozerle. All data collection was noninvasive and the animal was not captured for this study. Basidiomes were pho-



Figure 1. Location of Ilhabela, an archipelago in the Atlantic Ocean. Map modified from <https://www.wikipedia.org/>

tographed and identified following traditional fieldwork and taxonomic methods for macrofungi (Capelari & Gugliotta, 2005; Petersen *et al.*, 2008; Petersen & Hughes, 2010; Magnago *et al.*, 2016).

The observed mycophagous event was photographed and lasted about nine minutes. After the squirrel finished its meal, the mushrooms were also photographed.

RESULTS AND DISCUSSION

A single individual of *Guerlinguetus brasiliensis* came down from the branches of a mango tree (*Mangifera indica* L.) to its trunk where the mushrooms were growing, about 1.5 meters above the ground.

First, the squirrel bit the pileus (cap) of a mushroom, and soon bit it again, leaving only the stipe (stalk). The squirrel went to the other side of the trunk and with the aid of his front paws removed the pileus of another mushroom and ate it with a few bites (in sitting position) (Fig. 2a). Finally, the squirrel removed a third pileus and took it with him to branches higher in the tree.

The mushrooms consumed by the squirrel were identified as *Oudemansiella cubensis* (Berk. & M.A. Curtis) R.H. Petersen (= *O. platensis* (Speg.) Speg., according to Alberti *et al.*, 2020).

Guerlinguetus brasiliensis (= *Sciurus aestuans* G. Marcgraf), commonly known as “serelepe” and “caxinguelê” in Brazil, is the only squirrel species in the Atlantic Forest (Patton *et al.*, 2015). According to Patton *et al.* (2015), there



Figure 2. a. Brazilian squirrel (*Guerlinguetus brasiliensis*) eating mushrooms growing from a tree trunk. b-c. *Oudemansiella cubensis* (Coconut mushrooms) consumed by the squirrel (Photographs by A. Francisco)

are two subspecies in this biome: *G. brasiliensis brasiliensis* from northeastern Brazil, in the states of Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, and Bahia; and *G. brasiliensis ingrami* in coastal Brazil, from Espírito Santo south to Rio Grande do Sul (Fig. 3a). Despite that it is a small mammal (adult mass averages 193g), it is easily identified from photographs (Mazza et al., 2018).

The Brazilian squirrel has a generalist diet that mainly comprises palm fruits; however, it is also known to consume seeds, other plant parts, eggs, small birds, invertebrates (beetles), mushrooms, moss and lichens, depending on the circumstance and opportunity (Bordignon & Monteiro-Filho, 1999; Alvarenga & Talamoni, 2006; Mendes et al., 2019). Data presented in this study is relevant because fungal taxa consumed by *G. brasiliensis* have not been reported in literature yet (e.g., Bordignon & Monteiro-Filho, 1999).

The mushroom eaten by the squirrel in Ilhabela, *O. cubensis*, was identified based on the following features: geographical distribution (it is a common species in the Brazilian Atlantic Forest); basidiomes growing on tree trunk (lignicolous habitat); pileus campanulate to hemispherical, surface white with brown to gray scales; pileus margin appendiculate (with remnants from the

ephemeral partial veil); lamellae white, adnate; stipe white, straight to curved (Figs. 3b, c).

The consumption of *Oudemansiella* mushrooms by a Neotropical squirrel is reported here for the first time. Probably, this was not an isolated event, as two other similar situations have already been reported to us by collaborators (data not published).

According to Mendes et al. (2019), the fungal taxa reported to be consumed by Neotropical squirrels are the following: *Lentinula raphanica* (Murrill) Mata & R.H. Petersen, *Trogia* aff. *buccinalis* (Mont.) Pat., *Hydropus* cf. *cavipes* (Pat. & Gaillard) Dennis, *Pleurotus* sp., and an unidentified member of *Tricholomataceae* (Table 1). Species of *Oudemansiella* are also edible to humans and consumed by different ethnic groups (Ruegger et al., 2001; Boa, 2004; Franco-Molano et al., 2005; Trierveiler-Pereira, 2024). In Brazil, *O. cubensis* it has been called “coconut mushroom” among mycologists and enthusiasts, due to its fragrance.

According to the observed event, the squirrel showed a preference for a specific part of the mushroom: the pileus. Castillo-Guevara (2012) stated that the hymenium is the most consumed structure in mycophagous events, suggesting that there is differential consumption of structures of epigeous basidiomes. Since the hymenophore

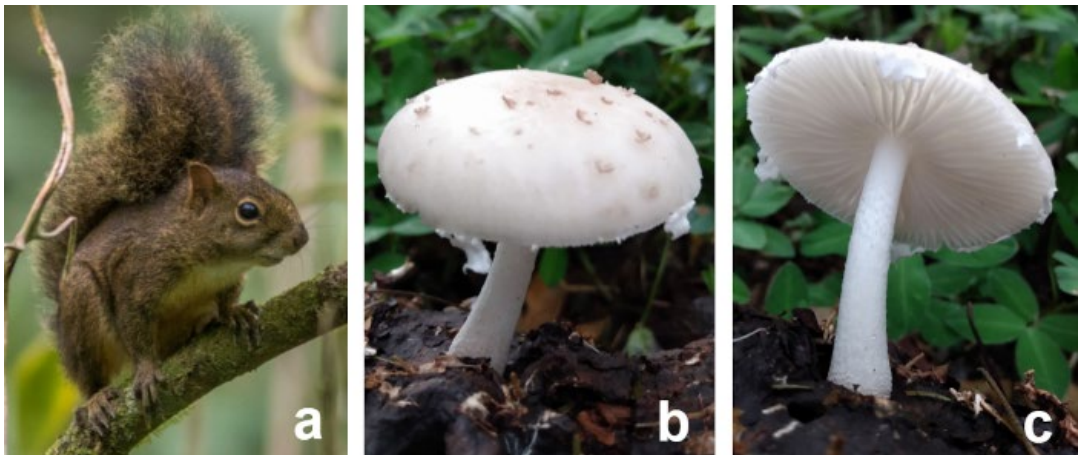


Figure 3. Brazilian squirrel, *Guerlinguetus brasiliensis*. b-c. Coconut mushroom, *Oudemansiella cubensis* (Photographs: a by Fernando Bittencourt de Farias; b, c by Larissa Trierveiler-Pereira)

Table 1. Reported fungal taxa consumed by Neotropical squirrels

Fungal taxa	Squirrel species	Country	Reference
<i>Lentinula raphanica</i> , <i>Trogia</i> aff. <i>buccinalis</i> , <i>Hydropus</i> cf. <i>cavipes</i>	<i>Microsciurus flaviventer</i>	Colombia	Vasco-Palacios <i>et al.</i> (2008)
<i>Pleurotus</i> sp.; unidentified <i>Tricholomataceae</i> species.	<i>Notosciurus granatensis</i>	Panama	Heaney & Thorington (1978)

produces the basidiospores, we assume that mycophagous animals are important dispersers of species.

It is also interesting that at the end of the event the squirrel removed the pileus of a mushroom and took it away. Although the squirrel might have left because it was disturbed by human presence, it is also possible that it took the mushroom for later consumption. There are reports that squirrels cache mushrooms for this purpose (Hardy, 1949; Lurz & South, 1998; Fogel & Trappe, 1978; Hendricks & Hendricks, 2015; Vernes & Poirier, 2007). First the squirrels dry the mushrooms, usually by hanging them on branches, store them; in doing so, they avoid mushroom damage caused by moisture (Buller, 1920; Vernes & Poirier, 2007).

Squirrel caches containing fungi can be hidden in tree hollows, dead standing trees, clusters of twigs on tree branches, nests, and holes beneath logs and stumps at ground level. One study from British Columbia found that a red squirrel cache in a burned-out tree stump contained almost 60 specimens of epigeous and hypogeous macrofungi, representing 13 species (Hardy 1949).

Concluding, we can state that saprotrophic, epigeous mushrooms are abundant in tropical forest ecosystems and represent an important source of water, protein, carbohydrates and minerals for many animals (Fogel & Trappe, 1978). Therefore, there is no reason to believe that Neotropical squirrels pay less attention to edible mushrooms.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Nathan Smith for reviewing the English, MSc Hugo Borguezan Mozerle for helping identify the squirrel species, and Fernando Bittencourt de Farias for allowing us to use his photograph. We also thank the ‘Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico’ (CNPq, Brazil) for the financial support (Chamada Universal 01/2016, nº processo 422514/2016-0), and UFSCar-LS (Centro de Ciências da Natureza) for lab support.

AUTHORS CONTRIBUTIONS

LTP: conceptualization, validation, writing (original draft, review & editing); AF: methodology, data curation, writing (review); JMB: validation, writing (original draft & review).

CONFLICTS OF INTEREST

None.

REFERENCES

Alberti, M., Niveiro, N., Zied, D. C. & Albertó, E. (2020). Identification of *Oudemansia canarii* and *O. cubensis* (Basidiomycota, Physalacriaceae) in Argentina using morphological, culture and molecular analysis. *Har-*

- vard *Papers in Botany* 25(2), 131–143.
- Aguirre, A. G., Teixeira, J., Zorzanelli, J. P. F., Colleta, G. D. & Sampaio D. (2018). Plant species in a tract of insular Atlantic Forest in Ilhabela (SP): Floristics, photographic documentation, and identification keys of arboreal dicotyledons based on vegetative characteristics. *Biota Neotropical* 18(4), e20170497.
- Alvarenga, C. A. & Talamoni, S. A. (2006). Foraging behaviour of the Brazilian squirrel *Sciurus aestuans* (Rodentia, Sciuridae). *Acta Theriologica* 51(1), 69–74.
- Boa, E. (2004). *Wild edible fungi. A global overview of their use and importance to people*. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.
- Bordignon, M. & Monteiro-Filho, E. L. A. (1999). Seasonal food resources of the squirrel *Sciurus ingrami* in a secondary Araucaria forest in Southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 34, 137–140.
- Buller, A. H. R. (1920). The red squirrel of North America as a mycophagist. *Transactions of the British Mycological Society* 6, 355–362.
- Castillo-Guevara, C., Lara, C. & Pérez, G. (2012). Micofagia por roedores en un bosque templado del centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83, 772–777.
- Capelari, M. & Gugliotta, A. M. (2005). *Dactylosporina* e *Oudemansiella* (Tricholomataceae, Oudemansiellinae) do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP. *Hoehnea* 32, 381–387.
- Fogel, R. & Trappe, J. M. (1978). Fungus consumption (mycophagy) by small mammals. *Northwest Science* 52(1), 1–31.
- Franco-Molano, A. E., Vasco-Palacios, A. M., López-Quintero, C. A. & Boekhout, T. (2005). *Macrohongos de la region del Medio Caquetá – Colombia*. Multimpresos, Medellín.
- García-Jiménez, J., Guevara-Guerrero, G., Moreno-Valdez, A., Ortiz-Rodríguez, L. G., Castro-Arellano, I., Coronado-Blanco, J. M. & Cázares-González, E. (2012). Micofagia por pequeños mamíferos en bosques templados de Tamaulipas, México. In: E. Ruíz-Cancino & J. M. Coronado-Blanco (Eds.), *Recursos Naturales*: 36–52. Departamento de Fomento Editorial de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria.
- Graipel, M. E., Cherem, J. J., Monteiro-Filho, E. L. A. & Carmignotto, A. P. (2017). Mamíferos da Mata Mendes Atlântica. In: E. L. A. Monteiro-Filho & C. E. Conte (Orgs.), *Revisões em Zoologia: Mata Atlântica*: 391–482. Ed. UFPR, Curitiba.
- Hardy, G. A. (1949). Squirrel cache of fungi. *The Canadian Field-Naturalist* 63, 86–87.
- Heaney, L. R. & Thorington, R. W. (1978). Ecology of neotropical red-tailed squirrels, *Sciurus granatensis*, in the Panama canal zone. *Journal of Mammalogy* 59, 846–851.
- Hendricks, P. & Hendricks, L. M. (2015). Use of conifers by red squirrels (*Tamiasciurus hudsonicus*) in Montana for drying and caching mushrooms. *Northwestern Naturalist* 96, 240–242.
- Johnson, C. N. (1994). Nutritional ecology of a mycophagous marsupial in relation to production of hypogeous fungi. *Ecology* 75: 2015–2021.
- Kües, U., Khonsuntia, W., Subba, S. & Dörnte, B. (2018) Volatiles in Communication of Agaricomycetes. In: T. Anke T & A. Schöffler (Eds.), *The Mycota XV. Physiology and Genetics*, 2nd: 149–212. Ed. Springer International Publishing, Berlin.
- Lurz, P. W. W. & South, A. B. (1998) Cached fungi in non-native conifer forests and their importance for red squirrels (*Sciurus vulgaris* L.). *Journal of Zoology London* 246, 468–471.
- Mazza, L., Rosa, C. A., Souza, A.C., Aximoff, I. & Passamani, M. (2018). Mamíferos de médio e grande porte registrados em florestas dominadas por *Araucaria angustifolia* na RPPN Alto-Montana, Serra da Mantiqueira. *Oecologia Australis* 22(1), 74–88.

- Magnago, A. C., Oliveira, J. J. S., Furtado, A. N. M., Urrea-Valencia, S. & Neves, M. A. (2006) Basidiomycota: Mushrooms. In: M. A. Neves, I. G. Baseia, E. R. Drechsler-Santos & A. Góes-Neto (Eds.), *Guide to the common fungi of the semiarid region of Brazil*: 23–49. TECC, Florianópolis.
- Mendes, C. P., Koprowski, J. L. & Galetti, M. (2019). NEOSQUIRREL: a data set of ecological knowledge on Neotropical squirrels. *Mammal Review* 49(3), 210–225.
- Patton, J. L., Pardiñas, U. F. J. & D'Elia, G. (Eds.) (2015). *Mammals of South America, Vol. 2. Rodents*. The University of Chicago Press, Chicago and London.
- Petersen, R. H., Desjardin, D. E. & Krüger, D. (2008). Three type specimens designated in *Oudemansiella*. *Fungal Diversity* 32, 81–96.
- Petersen, R. H. & Hughes, K. H. (2010). The *Xerula/Oudemansiella* complex (Agaricales). *Beihefte zur Nova Hedwidia* 137, 1–625.
- Ribeiro, L. F., Conde, L. O. M., Guzzo, L. C. & Papalambropoulos, P. R. (2009). Behavioral patterns of *Guerlinguetus ingrami* (Thomas, 1901) from three natural populations in Atlantic forest fragments in Espírito Santo state, Southeastern Brazil. *Natureza on line* 7(2): 92–96.
- Ruegger, M. J. S., Tornisiello, S. M. T., Bononi, V. L. R. & Capelari, M. (2001). Cultivation of the edible mushroom *Oudemansiella canarii* (Jungh.) Höhn. in lignocellulosic substrates. *Brazilian Journal of Microbiology* 32, 211–214.
- Stephens, R. B. & Rowe, R. J. (2020). The underappreciated role of rodent generalists in fungal spore dispersal networks. *Ecology* 101(4), e02972.
- Trierveiler-Pereira, L. 2024. *FANCs de Angatuba. Fungos comestíveis não tradicionais de Angatuba e região*. Author ed., Angatuba.
- Trierveiler-Pereira, L., Silva, H. C. S., Funez, L. A. & Baltazar, J. M. (2016). Mycophagy by small mammals: new and interesting observations from Brazil. *Mycosphere* 7, 297–304.
- Vasco-Palacios, A. M., Suaza, S. C., Castañõ-Betancur, M. & Franco-Molano A. E. (2008). Conocimiento etnoecológico de los hongos entre los indígenas Uitoto, Muinane y Andoke de la Amazonia Colombiana. *Acta Amazonica* 38, 17–30.
- Vernes, K. & Poirier, N. (2007). Use of a robin's nest as a cache site for truffle by a red squirrel. *Northwestern Naturalist* 14(1), 145–149.

Perfil de agroquímicos en el cultivo de maíz (*Zea mays*)

Vargas Guillen, P. ^{1*}; Vera Avendaño, R. ; Ávila Franco, A. ¹; Carrasco Schuldt, A. ¹; Morán Castro, C. ¹

¹Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil, Guayas, Ecuador

*autor por correspondencia: pvargas@uagraria.edu.ec

Perfil de agroquímicos en el cultivo de maíz (*Zea mays*).El presente trabajo busca determinar la presencia de ingredientes activos derivados de la aplicación de agroquímicos, en el cultivo de maíz (grano) y suelo, implementando la técnica de Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia con Detector de Masas doble (UHPLC/MS/MS), en productos organofosforados y carbamatos: para la determinación de plaguicidas Organoclorados se utilizó el método de Cromatografía de gases con detector de captura de Electrones (GC-ECD). Los resultados obtenidos para residuos de plaguicidas organoclorados mostraron valores por debajo del límite de detección del método, 0,61 µg/kg. El perfil de plaguicidas organofosforados en suelos identificó 9 ingredientes activos como son: Metribuzin (herbicida), Diuron (herbicida), Imidacloprid (insecticida), Fosalone (insecticida), Buprofezin (insecticida), Oxamil (insecticida-nematicida), Carbendazim (fungicida), Tetraconazole (fungicida) y Thiabendazol (fungicida), todos ellos con un límite de detención de 0,002 µg/kg, y un límite de cuantificación de 0,005 µg/kg, por debajo de los Límites Máximos de Residuos permitidos, que están en 0,1 µg/kg. El análisis de perfil de plaguicidas en las muestras (grano de maíz) con un límite de detección de 0,6161 µg/Kg y un límite de cuantificación de 2,00 µg/kg, no detectó residuos organoclorados. El análisis del perfil de plaguicidas Organofosforados (grano de maíz) identificó 13 ingredientes activos como son: Procloraz, Methio-carb, Bromacil, Oxadiazon, EPTC, Tiacloprid, Diflubenzuron, Piraclostrobina, Metribuzin (herbicida), Imidacloprid (insecticida), Fosalone (insecticida), Buprofezin (insecticida), Carbendazim (fungicida), todos ellos con un límite de detención de 0,002 µg/kg, y un límite de cuantificación de 0,005 µg/kg, encontrando los resultados muy por debajo de los Límites Máximos de Residuos Permitidos para maíz que están en 0,1 ppm.

Palabras clave: organofosforados. organoclorados. plaguicidas, perfil

Profile of agrochemicals in the corn crop (*Zea mays*). This work seeks to determine the presence of active ingredients derived from the application of agrochemicals in the cultivation of corn (grain) and soil, implementing the High Efficiency Liquid Chromatography with Double Mass Detector (UHPLC/MS/MS) technique in organophosphate and carbamate products: for the determination of Organochlorine pesticides, the Gas Chromatography with Electron Capture Detector (GC-ECD) method was used. The results obtained for organochlorine pesticide residues showed values below the detection limit of the method, 0.61 µg/kg. The profile of organophosphate pesticides in soils identified 9 active ingredients such as: Metribuzin (herbicide), Diuron (herbicide), Imidacloprid (insecticide), Phosalone (insecticide), Buprofezin (insecticide), Oxamil (insecticide-nematicide), Carbendazim (fungicide), Te-

tracnazole (fungicide) and Thiabendazole (fungicide), all of them with a detection limit of 0.002 µg/kg, and a quantification limit of 0.005 µg/kg, below the Maximum Residue Limits allowed, which are at 0,1 µg/kg. The pesticide profile analysis in the samples (corn grain) with a stopping limit of 0.6161 µg/Kg and a quantification limit of 2.00 µg/kg, did not detect organochlorine residues. The analysis of the profile of Organophosphate pesticides (corn grain) identified 13 active ingredients such as: Prochloraz, Methiocarb, Bromacil, Oxadiazon, EPTC, Thiachlopid, Diflubenzuron, Piraclostrobin, Metribuzin (herbicide), Imidaclopid (insecticide), Phosalone (insecticide), Buprofezin (insecticide), Carbendazim (fungicide), all of them with a detention limit of 0.002 µg/kg, and a quantification limit of 0.005 µg/kg, finding the results well below the Maximum Allowable Residue Limits for corn, at 0.1 ppm.

Keywords: organophosphates. organochlorines. pesticides. residuality

INTRODUCCIÓN

Las actividades antrópicas han ocasionado graves desequilibrios en la estructura de los ecosistemas. La agricultura es uno de los sectores productivos que mayormente aporta a éstos cambios, siendo el manejo convencional, sobre todo basado en la utilización de agroquímicos, el que mayores riesgos ambientales produce. Desde la aparición de la Revolución Verde hasta la actualidad, es evidente la dependencia al uso incesante y desmedido de plaguicidas, debido al acentuado aumento y persistencia en la proliferación y ataque de plagas en los cultivos sobre todo a aquellos con un amplio interés comercial. El Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar (INSSBT, 2017), menciona que aproximadamente el 85% de los plaguicidas empleados en el mundo se dedican al sector agropecuario para evitar los daños ocasionados por plagas a los cultivos. De la misma manera Pacheco, Reséndiz, y Arriola (2019), exponen que el uso indiscriminado de plaguicidas sintéticos es la causa directa de la resistencia de diferentes organismos, y por consiguiente de la pérdida de su efectividad. Ante esto, es común aumentar las dosis y preparar mezclas de varios productos, con frecuencia más tóxicos, por lo que el problema de la resistencia lejos de solucionarse, se agrava. El control químico también produce otros efectos como: brotes de plagas secundarias, resurgencia de plagas y disminución de las poblaciones de enemigos na-

turales. (Elizondo, 2006).

Hoy en día se utilizan más de 1000 plaguicidas en todo el mundo para garantizar que las plagas no dañen ni destruyan los alimentos. Cada plaguicida tiene diferentes propiedades y efectos toxicológicos. Muchos de los plaguicidas más antiguos y menos costosos (sin patente), como el diclorodifeniltricloroetano (DDT) y el lindano, pueden permanecer durante años en el suelo y el agua. Estas sustancias químicas han sido prohibidas por los países que firmaron el Convenio de Estocolmo de 2001, un tratado internacional que tiene como objetivo eliminar o restringir la producción y el uso de contaminantes orgánicos persistentes (OMS, 2022).

Si bien los plaguicidas agrícolas eliminan la plaga “problema” de manera “inmediata”, destruyen también otras poblaciones de insectos útiles que actúan como controladores biológicos. Los efectos negativos de los plaguicidas, como contaminación del medio ambiente y seres vivos, son más notorios en países en desarrollo que en el mundo industrializado. De acuerdo con diversos estudios, se estima que, en las naciones en desarrollo, aunque se utiliza solo el 20% de todos los agroquímicos disponibles en el mundo, ocurre el 99% de todas las muertes ocasionadas por su uso arbitrario (Maroni *et al.*, 2006)

Arregui, Grenón, Sánchez, y Ghione (2013), expresan que, los resultados de indicadores al realizar la evaluación de impacto ambiental de plaguicidas en cultivos anuales, destacan que el

maíz es el cultivo con mayor riesgo. El empleo de indicadores podría contribuir a seleccionar los ingredientes activos que muestren el mejor comportamiento ambiental y de esa forma, realizar una planificación más sustentable de los cultivos.

Actualmente existen plataformas y bases de datos que permiten el acceso libre a la información acerca de los agroquímicos, sus características y, sobre todo, niveles de incidencia y toxicidad, como por ejemplo la propuesta por el Departamento de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), en la cual los usuarios pueden obtener información acerca de los límites máximos de residuos (LMR) del Codex y los límites máximos para residuos extraños (LMRE) tanto para un plaguicida como para varios, y para un producto básico o un grupo de ellos. Los alimentos enumerados no deben contener una cantidad mayor de residuos de plaguicidas (definidos, individualmente, en la definición del residuo) que la que señala el LMR o LMRE (en mg/kg) en: a) el punto de entrada en un país o b) el punto de entrada en los canales comerciales de un país. Los LMR y LMRE son de aplicación para el contenido en residuos de la muestra final representativa del lote y de la porción de los productos básicos analizados (FAO, 2022).

La toxicidad, se define en su contexto, como el grado en el cual una sustancia, puede ser nociva o tóxica para un entorno o un organismo en general. Su ponderación se confina a la dosis, duración, ruta de exposición, así como la forma y estructura de la sustancia química. La movilidad de los pesticidas, se da lugar en función de las características del producto y el suelo, sin embargo, en la mayoría de los casos es alta, en contraste con la captación del producto por parte de la plaga, que en su casa es reducido.

Se estima que sólo un 0,1 por ciento de la cantidad de plaguicidas aplicados llega a la plaga, mientras que el restante circula en el ambiente, contaminando el suelo, agua y la biota; por lo tanto, es importante caracterizar el destino y la toxicidad no prevista de estos plaguicidas para

evaluar con certeza el riesgo asociado a su uso (Carvalho *et al.*, 1998).

La movilidad de los agroquímicos en el suelo, si no existe una barrera de contención o retención, puede ocasionar su lixiviación y por consiguiente la contaminación del agua y otros recursos; por lo que la presencia de materia orgánica puede cumplir la función de recepción en el suelo y contribuir a la degradación de los mismos.

Las rutas en las que pueden estar involucrados los plaguicidas aplicados en suelo son muy diversas y se alteran de manera importante con las características del producto, del suelo y del ambiente, por lo que se pueden dar dos o más procesos al mismo tiempo. Las aplicaciones no son eliminadas totalmente cuando entran al sistema suelo, porque contaminan y persisten en el ambiente y afectan a diferentes organismos. Una herramienta para amortiguar esta acumulación es mantener una buena condición biológica del suelo con adiciones de materia orgánica y conservación de la microbiota. Además, es importante hacer un seguimiento del uso e impacto de cada plaguicida, así como su evolución, con la finalidad de maximizar los beneficios y minimizar los riesgos e impactos negativos. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI, 2017).

La alteración de los ecosistemas, en gran medida se han originado por una mala práctica en el desarrollo de las actividades antrópicas, encontrando en la agricultura, la principal fuente de contaminación, principalmente por la utilización de plaguicidas; por tanto es necesario enfatizar el estudio hacia el análisis de la información de la situación actual de la residualidad y carácter contaminante de los plaguicidas, así como la búsqueda de estrategias que permitan cambiar la estructura de producción existente y desequilibrante, optando por estrategias más ecológicas y sostenibles.

El uso de agroquímicos en el cultivo de maíz, si bien, puede mejorar el rendimiento del cultivo de forma temporal, a corto y largo plazo ocasiona

graves daños. Tanto el uso indiscriminado como racionalizado promueven la residualidad de los ingredientes activos en suelo y grano por periodos de tiempo prolongados, pudiendo inferir en la estabilidad del ecosistema, los materiales vegetales y la salud humana; sin menoscabar el encarecimiento en los costos de producción de la gramínea, razón por la cual se plantea la elaboración del presente trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Sitio de estudio

El trabajo se llevó a cabo en el sector la Isla, perteneciente al cantón Marcelino Maridueña, Provincia del Guayas, Ecuador, ubicado en las coordenadas 17 M, E 690683 y N 9756660 U.T.M. El punto está posicionado en la zona ecuatorial costera, cuya altitud no sobrepasa los 100 msnm, la precipitación anual promedio alcanza los 480 mm, la evapotranspiración potencial de 1,4 mm/d, clasificándolo como “estepa”, de acuerdo a las zonas de vida mencionadas por Holdridge (1947), posee suelos aluviales, cuyo uso principalmente presenta un carácter agrícola, predominando cultivos de ciclo corto, plantaciones de banano y caña de azúcar.

Muestreo

Para la obtención de la información de campo, se extrajo tres muestras de suelo a una profundidad de 20 cm y distribuidas geográficamente en un cultivo comunitario compuesto de 150 Ha, aplicando el método de muestreo en zig-zag, es decir formando triángulos entre puntos de colecta (formando líneas cruzadas), caminando de 30 a 50 pasos desde cada punto seleccionado de muestreo, obteniendo alrededor de 20 sub muestras; éste método facilita la representatividad de las muestras y submuestras; finalmente se homogenizó en tres muestras de 500 g, según recomendaciones de la Agencia de Regulación Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad, 2018). Por su parte para el análisis de grano, se escogieron tres

plantas y su respectiva mazorca (1); siendo éstas recolectadas y analizadas, cuando el cultivo llegó a su madurez fisiológica, reuniendo un peso aproximado de 500 g. Al recorrer la variabilidad espacial del suelo, el método de zig – zag, concentra las diferencias representativas presentes de forma sistemática y aleatoria, brindando un modelo homogéneo; no persigue un patrón en específico, de tal forma que no sesga la uniformidad muestral.

Materiales, reactivos y software

Los materiales, reactivos y programas que se empleó en este estudio fueron: muestras de suelo y grano, filtro de PTFE, papel toalla, isooctano, acetonitrilo, ácido fórmico, agua, helio, tubos de ensayo de 50 y 100 mL, pipetas, centrifuga y agitador automático, concentrador con corriente de gas inerte, kit de QuEChERS, cromatógrafo VWR con software OpenLab, sistema UHPCL, bomba programada, gradiente con mezclador dinámico de baja presión, desgasificador de solventes para bomba, inyector automático, horno de columna, detector con arreglo de diodos, celda de flujo estándar, organizador UHPCL, software de validación Clarity Data Apex.

Tratamiento de las muestras

El tratamiento de las muestras de maíz y suelo para su análisis mediante UHPLC-MS/MS y GC-ECD implicó varios pasos importantes para preparar las muestras y extraer los analitos de interés.

Para UHPLC-MS/MS se llevó a cabo una extracción de los analitos de las muestras de maíz y suelo. Esto se realizó mediante la técnica de extracción QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe). Posteriormente se concentró y purificó la muestra de manera a eliminar posibles interferencias y mejorar la sensibilidad del análisis. Se filtró la muestra para eliminar cualquier material particulado que pueda obstruir la columna de la UHPLC o dañar el detector de masas. La muestra preparada se inyectó en el sistema de UHPLC-MS/MS para su análisis cromatográfico.

tográfico mediante espectrometría de masas en tándem. Se optimizaron las condiciones cromatografías (fase móvil y gradiente de elución) para separar y detectar los analitos de interés.

Características adicionales

En la fase estacionaria, se seleccionó la columna de alta eficiencia y baja resistencia al flujo, como la columna C18 de partículas submicrométricas, mientras que en la fase móvil, se utilizó una mezcla de solventes orgánicos (acetonitrilo) y solventes acuosos (agua) con adición opcional de ácido fórmico o acetato de amonio para mejorar la separación y la sensibilidad. Normalmente se utiliza la cromatografía líquida de fase inversa. El flujo se matuvo entre 0,5 mL/min para conservar la presión y la eficiencia de la separación. Se inyectó pequeños volúmenes, típicamente en una variante de 5 µL para evitar sobrecargar la columna y garantizar una buena resolución; mientras que generalmente, la temperatura se mantiene a temperatura ambiente o ligeramente por debajo para evitar problemas de desnaturalización o degradación de los analitos. Se implementó un tipo de fuente, APCI (Atmospheric Pressure Chemical Ionization).

Para GC-ECD Antes de la extracción, las muestras de maíz y suelo requirió un pretratamiento para descomponer la matriz y facilitar la extracción de los analitos. Esto incluyó la trituration, molienda y homogeneización de las muestras. Posteriormente se realizó una extracción de los analitos utilizando el solvente. La extracción se realizó mediante la técnica de la extracción por fluido supercrítico (SFE). Después de la extracción, la muestra se purificó para eliminar compuestos interferentes y mejorar la selectividad del análisis. Esto puede hacerse mediante técnicas como la columna de purificación en fase sólida (SPE) o la derivatización de los analitos para mejorar su detectabilidad en GC. Finalmente la muestra purificada se inyectó en el sistema de cromatografía de gases equipado con un detector de captura de electrones (ECD) para su análisis.

Se optimizó las condiciones cromatográficas, como la columna capilar, la temperatura del horno y el programa de temperatura, para separar y detectar los analitos de interés.

Características adicionales

El gas utilizado en la experimentación fue Helio, como gas portador para el transporte de los analitos a través de la columna; siendo éstas columnas de sílice fundida capilar recubierta con una película estacionaria de baja polaridad, como una columna DB-5 (dimetilsilicona), presentando una temperatura variable, sin embargo, se inició a una temperatura baja (alrededor de 60°C) y se aumentó gradualmente durante el análisis para separar los diferentes compuestos presentes en la muestra. El volumen de inyección, estuvo basado en pequeños volúmenes de inyección, alrededor de 1 µL, para evitar la sobrecarga de la columna y garantizar una buena separación. El flujo de gas portador se mantuvo constante en 2 mL/min. Además, se utilizó una rampa de temperatura programada para aumentar la temperatura de la columna a una tasa constante durante el análisis, lo que permitió una separación eficiente de los analitos en función de sus puntos de ebullición y volatilidades (Agrocalidad, 2023)

Procedimiento específico de ensayo: El método referencial / método interno: PEE/L-p/13 basado en: AOAC Oficial Method 2007.01, “Pesticide Residues in foods by Acetonitrille Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate.

Técnicas

Para el análisis de perfil de plaguicidas Organofosforados y Carbamatos se utilizó el método de Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia con Detector de Masas doble (UHPLC/MS/MS). Para la determinación de plaguicidas Organoclorados se utilizó el método de Cromatografía de gases con detector de captura de Electrones (GC-ECD).

La aplicación de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC) con detector de masa doble (MS/MS) para detectar agroquímicos carbama-

tos y organofosforados presenta condiciones y características idóneas para el trabajo, en lo que podemos citar, la combinación de HPLC con MS/MS ofrece una sensibilidad y especificidad excepcionales en la detección de compuestos químicos, como los agroquímicos carbamatos y organofosforados, incluso en concentraciones muy bajas, garantizando resultados fiables y precisos. El MS/MS permite la identificación positiva del compuesto objetivo y la detección simultánea de múltiples analitos en una sola corrida cromatográfica, aumentando la eficiencia del análisis. Además, es menos susceptible a interferencias de matriz, mejorando la selectividad y fiabilidad de los resultados, cumpliendo así con regulaciones internacionales. Por otro lado, la cromatografía de gases con detector de captura de electrones (GC-ECD) es altamente justificada para detectar agroquímicos organoclorados debido a su alta especificidad y sensibilidad. Esta técnica permite la rápida separación e identificación de componentes en muestras complejas, ofreciendo resultados reproducibles y cumpliendo con los requisitos normativos de seguridad alimentaria y protección ambiental.

Las condiciones cromatográficas asociadas al método de Espectrometría de Masas (MS/MS) acoplado a Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC-MS/MS) y reunidas en el ensayo fueron: ionización: electrospray positiva, temperatura fuente: 150°C, temperatura de desolvatación: 550°C, voltaje capilar: 1,0 Kv, voltaje del cono 20 V, flujo del gas del cono (nitrógeno): 200 l/h, flujo del gas de desolvatación (nitrógeno): 900 l/h, flujo del gas de colisión (argón): 0,15 ml/minutos, presión del gas de nebulización (nitrógeno): 7 bares, sensibilidad del tubo multiplicador: 5%, sensibilidad de las masas bajas (MS1): 2,6, sensibilidad de las masas altas (MS1): 14,9; sensibilidad de las masas bajas (MS2): 2,7; sensibilidad de las masas altas (MS2): 15,0.

Procedimiento

En el laboratorio se procedió a limpiar con agua y secar con papel toalla, la superficie sobre la cual se manipularon las muestras. Se retiró las disoluciones de trabajo de la refrigeradora, esperando aproximadamente una hora hasta que se acondicionen a la temperatura ambiente del laboratorio; luego se codificó e identificó las curvas de preparación. En las disoluciones de control se adicionó para las muestras y blanco de matriz 100 µL de estándar interno de 6 ppm por un peso de 15 g de muestra, así como para la muestra enriquecida; a ésta última se agregó, 100 µL de estándar de recuperación (mix de plaguicidas) de 6 ppm, se colocó la tapa de los tubos, homogenizó en el agitador mecánico por 5 minutos, y dejó en reposo 30 minutos (Agrocalidad, 2023).

Método de extracción

Para el presente trabajo utilizó acetonitrilo, dadas sus características solventes ampliamente utilizado en la HPLC con detector de masa doble (MS/MS) debido a su compatibilidad con la espectrometría de masas, bajo punto de ebullición, buena solubilidad y baja viscosidad, que son características deseables para una separación cromatográfica eficiente y una detección sensible de los analitos.

Procedimiento

Se agregó con dispensador, 15 mL de acetonitrilo grado HPLC, removiendo 5 minutos con el agitador automático en modo pulsante a 2500 rpm. Posteriormente se añadió las sales de extracción (Tubo 1, de 50 mL – Kit de QuEChERS), se tapó bien cada tubo y se homogeniza en el agitador automático durante 15 minutos a 2500 rpm. Las muestras fueron retiradas del agitador y colocadas en la centrífuga por 7 minutos a 4200 rpm y 10 °C. En la limpieza del extracto, se tomó una proporción de 8 mL de la fase orgánica de las muestras, muestra enriquecida y blancos de matriz en los tubos con las sales de limpieza. Se

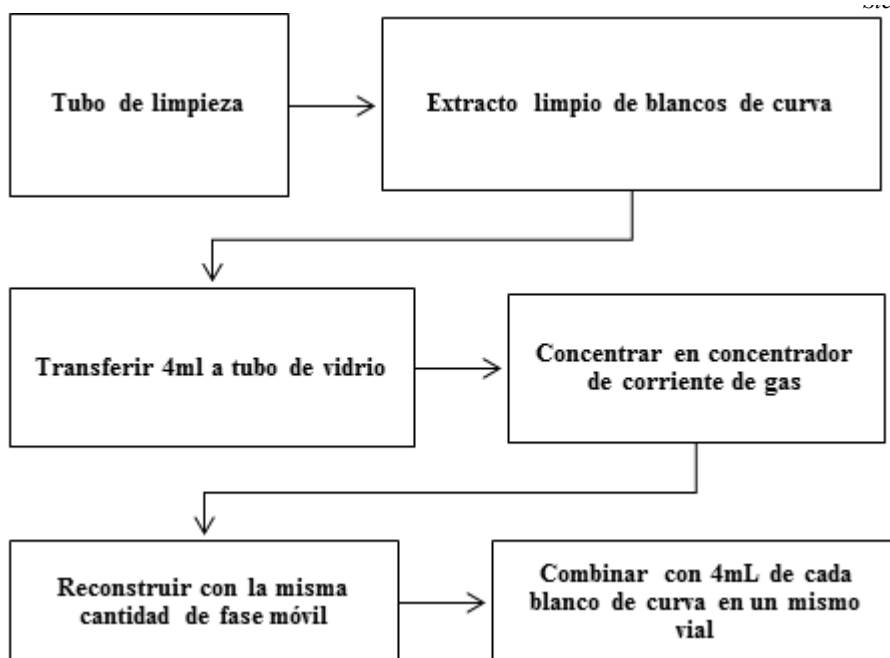


Figura 1. Esquema integral para la extracción de muestras para cromatografía

cerró bien los tubos y homogenizó durante 30 segundos con el agitador mecánico o por 1 minuto en modo “pulsante” con el agitador automático. Se centrifugó las muestras por 7 minutos a 4100 rpm y 10 °C. Finalmente se cambió de disolvente y aforo de las muestras; para ello se colocó los tubos de vidrio en el concentrador con corriente de gas inerte y se llevó a sequedad con una temperatura entre 25 °C y 35 °C (Anastassiades, Lehotay, Stajnbaher y Schenck, 2003). Para la extracción de la muestra base, muestra enriquecida y el blanco de matriz, se procedió conforme al diagrama de la Figura 1.

Para cromatografía de gases se cambió de solvente, se evaporó a sequedad el acetonitrilo y se reconstituyó con solventes como el isooctano. Para cromatografía líquida se diluyó el extracto con una porción de fase móvil acuosa para lograr una buena cromatografía.

Finalmente se filtró los blancos de curva con un filtro de PTFE y combinó los extractos en un vial de vidrio con capacidad mínima para 15 mL.

A posteriori se homogenizó el contenido de los tubos una vez reconstituidos con ayuda de baño ultrasónico durante 30 segundos visualizando que el extracto se disuelva completamente. Después se filtró las muestras y los controles con filtros de PTFE, dejándolos inmediatamente en un vial de cromatografía, listas para la inyección en el cromatógrafo líquido con detector de espectrometría de masas (Anastassiades, Lehotay, Stajnbaher y Schenck, 2003).

En la cromatografía líquida de alta eficiencia acoplada a espectrometría de masas en tándem (HPLC-MS/MS), la cuantificación de los analitos se realiza mediante el método de la curva de calibrado. Los límites de detección (LD) y cuantificación (LC) se determinan a partir del ruido de fondo del cromatograma y la pendiente de la curva de calibrado. El LD se define como la concentración más baja de analito que puede ser detectada con una relación señal-ruido (S/N) aceptable (generalmente $S/N \geq 3$), mientras que el LC es la concentración más baja que puede ser

Tabla 1. Análisis de perfil de plaguicidas en suelo. Plaguicidas Organoclorados. Análisis instrumental (GC/ECD)

Código de muestra laboratorio	Identificación de campo de la muestra	Pesticidas detectados	Residuos reportados ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)
RP-160070	SUELO M-1	OC	ND
RP-160071	SUELO M-2	OC	ND
RP-160072	SUELO M-3	OC	ND

OC: plaguicidas organoclorados ND: no detectado

cuantificada con precisión y precisión aceptable (generalmente $S/N \geq 10$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de perfil en las muestras de suelo nos indica que no se detectó residuos de plaguicidas organoclorados, con un límite de detección (LD) de $0,61 \mu\text{g/kg}$, esto quiere decir que el nivel de perfil de plaguicidas organoclorados está por debajo del límite de detección ($< 0,61 \mu\text{g/kg}$) y por tal motivo no se revela la presencia del agroquímico a través de la Cromatografía de gases, como se observa en la Tabla 1.

Como resultado, el análisis de perfil de plaguicidas Organofosforados en suelo, detectó 9

ingredientes activos: Metribuzin (herbicida), Diuron (herbicida), Imidacloprid (insecticida), Phosalone (insecticida), Buprofezin (insecticida), Oxamil (insecticida-nematicida), Carben-dazim (fungicida), Tetraconazole (fungicida) y Thiabendazol (fungicida), todos ellos con un límite de detención (LD) de $0,002 \mu\text{g/kg}$ y un límite de cuantificación (LC) de $0,005 \mu\text{g/kg}$ muy por debajo de los Límites Máximos de Residuos permitidos (LMR's) que están en $0,1 \mu\text{g/kg}$ para plaguicidas, manifestado en la Tabla 2.

El análisis de perfil de plaguicidas en las muestras de planta (grano de maíz) con un límite de detección de $0,6161 \mu\text{g/kg}$ y un límite de cuantificación de $2,00 \mu\text{g/kg}$, no detectó residuos de plaguicidas organoclorados, esto indica que

Tabla 2. Análisis de perfil de plaguicidas en suelo. Plaguicidas Organofosforados. Análisis instrumental (UHPLC/MS/MS)

Código de muestra laboratorio	Identificación de campo de la muestra	Pesticidas detectados	Reportado ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)
RP-160070	SUELO M-1	Carbendazim	29,00
		Thiabendazol	13,00
		Oxamil	10,00
		Imidacloprid	8,00
		Buprofezin	167,25
RP-160071	SUELO M-2	Carbendazim	20,25
		Imidacloprid	10,25
		Buprofezin	26,50
RP-160072	SUELO M-3	Carbendazim	24,00
		Metribuzin	5,75
		Diuron	4,75
		Imidacloprid	7,25
		Phosalone	9,75
		Tetraconazole	3,00

Tabla 3. Análisis de perfil de plaguicidas en planta. Plaguicidas Organoclorados. Análisis instrumental (GC/ECD)

Código de muestra laboratorio	Identificación de campo de la muestra	Pesticidas detectados	Residuos reportados (µg.kg ⁻¹)
RP-160073	GRANO M-1	OC	ND
RP-160074	GRANO M-2	OC	ND
RP-160075	GRANO M-3	OC	ND

OC: plaguicidas organoclorados

ND: no detectado

los residuos de plaguicidas están por debajo del límite de detección de 0,61 partes por billón por tal motivo no lo detecta el análisis de cromatografía de gases, como se expone en la Tabla 3.

En la Tabla 4, se muestra el análisis de perfil de plaguicidas Organofosforados en planta (grano de maíz), en el cual fueron identificados 13 ingredientes activos: Procloraz, Methiocarb,

Tabla 4. Análisis de perfil de plaguicidas en planta. Plaguicidas Organofosforados. Análisis instrumental (UHPLC/MS/MS)

Código de muestra laboratorio	Identificación de campo de la muestra	Pesticidas detectados	Residuos reportados(µg.kg ⁻¹)
RP-160073	PLANTA M-1	Procloraz	19,50
		Carbendazim	10,50
		Methiocarb	5,25
		Imidacloprid	21,75
		Bromacil	43,50
		Buprofezin	111,00
		Oxadiazon	27,75
		Phosalone	7,50
RP-160074	PLANTA M-2	EPTC	52,50
		Carbendazim	25,50
		Methiocarb	6,00
		Thiacloprid	18,00
		Imidacloprid	20,25
		Bromacil	63,00
		Buprofezin	142,50
		Diflubenzuron	21,00
		Oxadiazon	27,75
		Phosalone	34,50
RP-160075	PLANTA M-3	Bromacil	147,75
		Carbendazim	33,00
		Metribuzin	42,00
		Imidacloprid	21,00
		Buprofezin	588,00
		Phosalone	40,50
		Piraclostrobin	27,00

Bromacil, Oxadiazon, EPTC, Thiacloprid, Diflufenzuron, Piraclostrobin, Metribuzin (herbicida), Imidacloprid (insecticida), Phosalone (insecticida), Buprofezin (insecticida), Carbendazim (fungicida), todos ellos con un límite de detección (LD) de 0,002 $\mu\text{g/kg}$ y un límite de cuantificación (LC) de 0,005 $\mu\text{g/kg}$. La tabla nos indica que los límites detectados están muy por debajo de los Límites Máximos de Residuos Permitidos (LMR's) para maíz que están en 0,1 ppm para plaguicidas.

Los análisis de perfil para plaguicidas Organoclorados y Organofosforados en muestras de suelo, no detectaron residuos de plaguicidas para Organoclorados mientras que para residuos de plaguicidas Organofosforados detectó 9 ingredientes activos, todos ellos con un límite de detección (LD) de 0,002 y un límite de cuantificación (LC) de 0,005 muy por debajo de los Límites Máximos de Residuos permitidos (LMR's) que están en 0,1 para plaguicidas. Por lo general, en el grano, a medida que pasa el tiempo, el perfil de agroquímicos disminuye, sobre todo si este se almacena. Strada *et al.* (2012), menciona que, luego de largos periodos de almacenamiento los niveles de residuos de plaguicidas en granos almacenados disminuyen notoriamente, encontrándose reducciones de hasta el 85% del nivel inicial de residuos. De acuerdo con Arregui *et al.* (2013), en maíz, la presencia de 6 y 7 ingredientes activos representa un impacto ambiental relevante con un 60% y 75% respectivamente de todas las aplicaciones realizadas desde el barbecho hasta la cosecha del cultivo.

El análisis de perfil de plaguicidas Organoclorados y Organofosforados en las muestras de planta (grano de maíz) no detectó residuos de plaguicidas Organoclorados mientras que para plaguicidas Organofosforados en planta (grano de maíz) detectó 13 ingredientes activos, todos ellos con un límite de detección (LD) de 0,002 $\mu\text{g/kg}$, y un límite de cuantificación (LC) de 0,005 $\mu\text{g/kg}$, la tabla nos indica que los límites detectados están muy por debajo de los Límites

Máximos de Residuos Permitidos (LMR's) para maíz que están en 0,1 ppm para plaguicidas.

En los resultados se muestra la presencia de productos que no son exclusivos para su uso en el cultivo de maíz, por lo que no guardan relación con plagas específicas de la planta; sin embargo el perfil de los agroquímicos subsiste en el suelo, inclusive luego de haber transcurrido días, meses y hasta años, inclusive de presentarse rotación de cultivos con es el presente caso; por ello se entendería la presencia de los mismos en las muestras colectadas, como lo menciona García y Dorronso (2015), quienes explican que los plaguicidas más persistentes en el suelo son los organoclorados (3 a 5 años).

Para reducir la incidencia negativa de los agroquímicos en el suelo y planta en el cultivo de maíz es necesario considerar productos que tengan niveles bajos de persistencia, y de ser el caso tratar de buscar herramientas ecológicas; tal como lo exponen Sandoval y Vargas (2020) los cuales mencionan que, los agroquímicos alteran el comportamiento y equilibrio del medio de cultivo, encontrando sobre todo en el análisis del perfil, un grave problema, que pueden permanecer largos periodos de tiempo.

CONCLUSIONES

Los análisis de perfil demuestran el uso inadecuado de los plaguicidas empleados a lo largo del ciclo del cultivo, comparten similitud en términos del manejo de plagas y enfermedades, entre las que se destacan el uso mayoritario de plaguicidas Organofosforados altamente tóxicos detectando 9 y 13 ingredientes activos, levantados en muestras de suelo y planta (grano de maíz) respectivamente. La presencia de estos ingredientes activos no supera el límite máximo de perfil, 0,01 $\mu\text{g/kg}$.

El nivel de perfil de plaguicidas organoclorados está por debajo del límite de detección (< 0,61 $\mu\text{g/kg}$) y por tal motivo no es detectado por la Cromatografía de gases.

Los resultados obtenidos destacan que el maíz es un cultivo con alto riesgo de impacto ambiental. Por lo tanto, el reemplazo de estos ingredientes activos, debería considerarse para evitar los riesgos de contaminación en el suelo y el producto final; pudiendo optarse por la incorporación de prácticas agrosostenibles.

El uso indiscriminado y hasta racional incide a corte o largo plazo en la permanencia de plagas y enfermedades en los cultivos, creando resistencia y persistencia; así como da lugar a componentes residuales que alteran la naturaleza y deteriora los recursos naturales. La afectación más generalizada se da en la contaminación del producto final de consumo, que repercute en la salud y economía de la población.

La aplicación de herramientas ecológicas, podrían contribuir a la reducción e incluso a la sustitución de muchos de los pesticidas comúnmente utilizados en el control fitosanitario; dirigiendo el análisis hacia el entorno, los hábitos alimenticios y de vida de la población plaga; promoviendo un manejo integrado, con diversas prácticas etológicas, y con ello, a un ambiente complejo de autorregulación.

APORTES DE LOS AUTORES

Los investigadores han desarrollado actividades propuestas, desde la colecta de las muestras en campo realizado por Ricardo Vera, realizando el envío y posterior recepción de los resultados a través de Albino Ávila, hasta el análisis e interpretación de la información desarrollado por Pablo Vargas, así como la redacción ajuste en el esquema ejecutado por César Morán y Ángel Carrasco; quienes han aportado de forma significativa en la construcción del artículo.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe ningún tipo de conflicto de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrocalidad (2018). Instructivo INT/SFA/10. Muestreo para análisis de suelos. Quito: Agencia de Regulación Control Fito y Zoonosanitario.
- Agrocalidad (2023). Procedimiento de QuE-ChERS. Quito: Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario.
- Anastassiades M, Lehotay SJ, Stajnbaher D, Schenck FJ. (2003). Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. *J AOAC Int.* 2003 Mar-Apr;86(2):412-31. PMID: 12723926.
- Arregui, M., Grenón, D., Sánchez, D., y Ghione, J. (2013). Evaluación del riesgo de impacto ambiental de plaguicidas en cultivos anuales del centro de Santa Fe. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 13-21.
- Carvalho, F., Nhan, D., Zhong, C., & Tarares, T. (1998). Tracking Pesticides in the Tropics., *Bulletin IAEA*.
- Elizondo, E. (2006). Insecticidas, Fungicidas y Nematicidas Naturales. San José, Costa Rica.
- FAO (2021). Departamento de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Codex Alimentarius. Normas Internacionales de los alimentos. Residuos de plaguicidas en los alimentos y piensos. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/es/#:~:text=En%20la%20base%20de%20datos,o%20un%20grupo%20de%20ellos>.
- García, I., & Dorronsoro, C. (2015). Documento amplio de Edafología. Contaminación del suelo. Tema 13. Contaminación por fitosanitarios. Plaguicidas. Persistencia. Granada: Universidad de Granada.
- Holdridge, L.R., W.C. Grenke, W.H. Hatheway, T. Liang & J.A. Tosi. 1947. Forest environ-

- ments in tropical life zones, a pilot study. Pergamon Press, Oxford.
- INSSBT (2017). Prevención de riesgos durante el uso de productos fitosanitarios. Madrid: Servicio de Ediciones y Publicaciones del Instituto Nacional de Seguridad, Salud y Bienestar (INSSBT).
- INTAGRI (2017). Evolución de plaguicidas en el suelo. México D.F.: Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura .
- Maroni, M.; Fanetti, A., & Metruccio, F. (2006). *Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides in agriculture*. Med Lav., 97 (2), 430-7.
- OMS (2022). Organización Mundial de la Salud. Residuos de plaguicidas en los alimentos. Datos y cifras. Información general. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>
- Pacheco, M; Reséndiz, J., y Arriola, V. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 10 (56), 12-23.
- Sandoval, I., y Vargas, P. (2020). Comportamiento agronómico de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) cultivados a diferentes distancias de siembra. Turismo y Desarrollo Sostenible, 13 (29), 384 - 397.
- Strada, J., Ricca, A., Conles, M., Silva, M., Rojas, D., Casini, C., Piatti, F y Martínez, M. (2012). Evaluación de residuos de plaguicidas en granos de maíz (*Zea mays* L.) y trigo (*Triticum aestivum* L.), posterior a la aplicación en el almacenamiento y en el campo. Inter ciencia. 37 (6), 412-413.

Additional notes on *Xylaria chordaeformis* (Xylariaceae, Ascomycota) in Brazil

Trierveiler-Pereira, L.¹ ; Ju, Y.-M.², Neves, M.A.³

¹Laboratório de Estudos Micológicos (LEMic-UFSCar), Centro de Ciências da Natureza, Campus Lagoa do Sino, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Buri, SP, Brazil

²Institute of Plant and Microbial Biology, Academia Sinica, Nankang, Taipei 11529, Taiwan

³MICOLAB, PPG FAP, Depto. de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brazil

*autor por correspondencia: Lt_pereira@yahoo.com.br

Additional notes on *Xylaria chordaeformis* (Xylariaceae, Ascomycota) in Brazil. There is a high diversity of *Xylaria* species in the Neotropics; however, there are few mycologists in this region that study the taxonomy of Xylariaceae. With the aim of contributing to the taxonomy of the group, this work provides additional notes on *Xylaria chordaeformis*, a filiform species found on dead wood. The specimen was collected in a private reserve in the state of Santa Catarina, in southern Brazil. The main features that characterize *X. chordaeformis* are filiform stromata, naked mammiform perithecia, and ascospores with a sigmoid germ light. Future molecular studies would allow us to verify whether there are cryptic taxa within *X. chordaeformis* due to the morphological variation (stromata and ascospores) found in this species.

Palabras clave: Brazilian funga, fungal taxonomy, Neotropics

Notas adicionales sobre *Xylaria chordaeformis* (Xylariaceae, Ascomycota) en Brasil. En el Neotrópico se encuentra una gran diversidad de especies de *Xylaria*, sin embargo, hay pocos micólogos de esta zona capacitados en la taxonomía de Xylariaceae. Con el objetivo de contribuir con la taxonomía del grupo, este estudio pretende presentar notas adicionales sobre *Xylaria chordaeformis*, una especie filiforme encontrada sobre madera muerta. El espécimen examinado fue recolectado en una reserva natural privada en el estado de Santa Catarina, en el sur de Brasil. Las principales características de *X. chordaeformis* son: estromas filiformes, peritecios desnudos y mamiformes, ascosporas con surco germinativo sigmoide. Sería interesante hacer futuros estudios moleculares para verificar si existen taxones crípticos en *X. chordaeformis* debido a la variación morfológica (de estromas y ascosporas) encontrada en la especie.

Keywords: funga brasileña, Neotropicos, taxonomia de hongos

INTRODUCTION

Xylaria chordaeformis Lloyd is a neotropical species first collected by Camille Torrend in the

state of Bahia, Brazil. Descriptions of the species are rare in the literature and primarily based on the type specimen (Lloyd, 1918; Ju *et al.*, 2016). Specimens of *X. chordaeformis* were recently co-

Steviana, Vol. 16 (2), 2024 pp.24-27

Original recibido el 12/09/2024

Aceptado el 23/10/2024



Todo el contenido de esta revista está bajo una
Licencia Creative Commons

llected in the state of Santa Catarina, in southern Brazil. This work provides a comprehensive description and additional notes on the species, including a color photograph of stromata on natural substrate.

MATERIALS & METHODS

The specimen was collected in Reserva Rio das Furnas, a private natural heritage reserve (53.5 ha) in the municipality of Alfredo Wagner, Santa Catarina State, southern Brazil (27°40'44"S, 49°10'28"W). The reserve is situated at the apex of a canyon (750–900 m a.s.l.) covered with Atlantic Forest. The vegetation comprises a transition of lowland Atlantic rain forest, araucaria forest, and high-elevation grasslands (<https://www.reservariodasfurnas.org>).

The collected material was air-dried and analyzed both macro- and microscopically according to traditional techniques used in taxonomic studies of xylariaceous fungi, such as in Ju & Rogers (1999). While the macroscopic morphology is based on the stromata, the microscopic features are based on asci and ascospores mounted in distilled water preparations, except for the apical rings that were observed in Melzer's reagent. Voucher material is in the fungaria FLOR and at SPSC (Mycological Collection).

RESULTS AND DISCUSSION

Xylaria chordaeformis Lloyd, Mycol. Writings 5, Xyl. Notes 2: 18 (1918). (Figure 1).

Stromata blackish, up to 2.7 cm long × 1.2 mm diam. at the broadest portion, fertile area 1.6 cm long, with some whitish remains of the outer layer near the base; interior white; stipe cylindrical to subcylindrical, glabrous, unbranched, bearing 20–30 perithecia at the upper portion of the wiry axis, arranged in a zigzag or in rows; apex sterile, acute or truncate when broken off. Perithecia mammiform, 1.2–2.0 mm diam., al-

most free, 2–4 confluent, black to dark brown; ostioles subconical, black. Asci not intact; apical ring IKI+, cerulean blue in Melzer's reagent, barrel-shaped to urn-shaped, 5–6 × 2–2.5 µm. Ascospores 23–27 × 4.5–6.5 µm, ellipsoid-inequilateral, with one or two pinched ends, unicellular, smooth, medium brown, with one large guttule; germ slit conspicuous, dorsal, sigmoid, running full-length of ascospore.

Habitat

Growing in small groups on rotten wood near a waterfall.

Examined material

BRAZIL. State of Santa Catarina, Alfredo Wagner, Reserva Rio das Furnas, 27°40'44"S, 49°10'28"W, Atlantic Forest fragment, on rotten wood, 20/III/2021, col. *M.A. Neves R110* (FLOR, SPSC).

Additional examined material

X. chordaeformis: BRAZIL. Bahia, C. Torrend 801 (BPI 713718 ex Lloyd herb. 10382, HOLOTYPE); Bahia, C. Torrend 389 (BPI 713717 ex Lloyd herb. 10030); Santa Catarina, Blumenau, on decayed branches, Jul. 1888, E. Ule, 801, as *Xylaria* sp. (HBG); Santa Catarina, Península da Glória, on fallen trunk, Feb. 1985, E. Ule 343, as *X. tricolor* (HBG)

X. melanura: COLOMBIA. La Mesa, San Antonio, on wood, Lindig 2597 (lectotype PC 0086040, isolectotype K[M]).

Distribution

Neotropical: Brazil – states of Bahia (Lloyd, 1918, type), Paraná (de Meijer, 2006, as '*X. chordiformis*'), Rio Grande do Sul (Ju *et al.*, 2016, correcting identifications of *X. luxurians*), Santa Catarina (present study); Puerto Rico (Lodge, 1996); Ecuador (Lodge *et al.*, 2008, as '*X. chordiformis*').

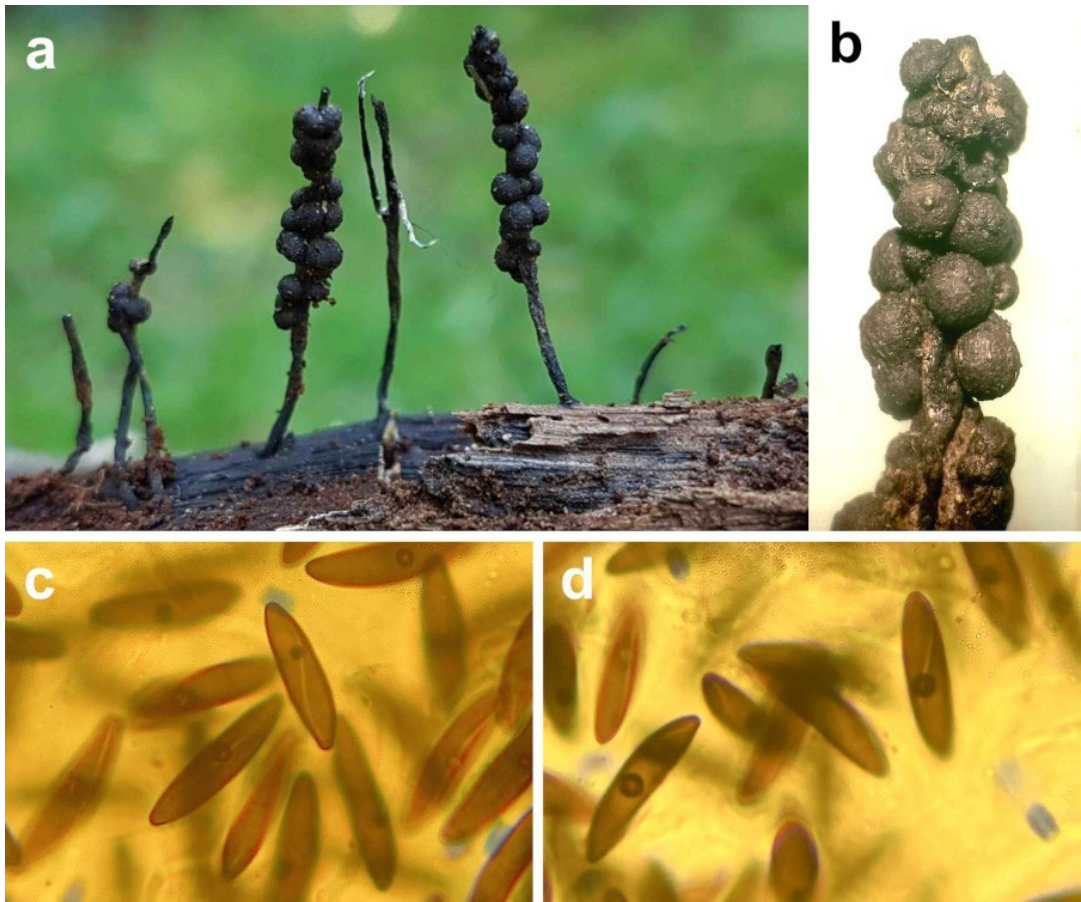


Figure 1. *Xylaria chordaeformis*. a. Stromata in situ. b. Detail of perithecia. c.–d. Ascospores and apical rings in Melzer's reagent (Photographs: a. M.A. Neves. b.–d. L. Trierv.-Per.)

Remarks

In the original description by Lloyd (1918), *X. chordaeformis* was noted as being very similar to *X. filiformis* (Alb. & Schwein.) Fr., but *X. chordaeformis* differs by growing on wood and having larger stromata and ascospores. Compared to a more detailed description of the type of *X. chordaeformis* by Ju et al. (2016), the material from Santa Catarina has shorter stromata, a larger fertile area (equal to ½ of the stipe length) with more perithecia, larger perithecia (up to 2 mm diam.), and larger ascospores with a distinct sigmoid germ slit.

Two additional collections of *X. chordaeformis* from Santa Catarina are at HBG, and their ascospore sizes are (23.6–)25.4–29.0(–30.5) ×

(7.1–)8.1–9.1(–9.7) µm (Blumenau) and (20.9–)22.4–24.4(–25.3) × (6.1–)6.5–7.3(–7.8) µm (Perninsula da Glória). It appears that the ascospore size ranges in the species constitute a continuum of a relatively broad range of 21.5–29(–30.5) × 5.5–9.1(–9.7) µm, with the holotype spores in the lower range.

Ascospores from the type collection (BPI 713718) have an oblique to slightly sigmoid, spore-length germ slit on the dorsal side. This is a diagnostic characteristic of *X. chordaeformis* and can be used to separate it from similar species, such as *X. meliacearum* Læssøe [ascospores (19–)21.5–27.5(–31.5) × (5–)5.5–7(–8) µm], which has the ascospore germ slit on the ventral side (Læssøe & Lodge, 1994).

Dennis (1956) considered *X. chordaeformis* as a synonym of *X. melanura* (Lév.) Sacc., another lignicolous species. However, the type material of *X. melanura* has a straight germ slit on the ventral side of the ascospores.

Xylaria luxurians (Rehm) Lloyd is another filiform species that was described from Blumenau, Santa Catarina, and grows on leguminous leaves. It has a felty stipe and ascospores that are $21.1\text{--}25.1 \times 6.6\text{--}8.6 \mu\text{m}$ with a straight germ slit (Dennis, 1956; Læssøe & Lodge, 1994). Some specimens at BPI collected by J. Rick were misidentified as *X. luxurians* and belong to *X. chordaeformis* (Ju *et al.*, 2016).

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the following: Nathan Smith for reviewing the English, André de Meijer for the discussion about *X. chordaeformis*, the curators at BPI, HBG, and K for loaning the specimens for study; and the Reserva Rio das Furnas (<https://www.reservariodasfurnas.org/>) for the access to the collection site.

AUTHORS CONTRIBUTIONS

LTP: data analyses, writing (original draft, review & editing); YMJ: validation, providing additional data, writing (original draft, review); MAN: collecting data, writing (review).

CONFLICTS OF INTEREST

None.

REFERENCES

- Dennis, R. W. G. (1956). Some Xylarias of tropical America. *Kew Bulletin* 11(3), 401–444.
- Ju, Y.- M., Hsieh, H.- M. & Dominick, S. (2016). The *Xylaria* names proposed by C. G. Lloyd. *North American Fungi* 11(1), 1–31.
- Ju, Y.- M. & Rogers J. D. (1999). The Xylariaceae of Taiwan (excluding *Anthostomella*). *Mycotaxon* 73, 343–440.
- Læssøe, T. & Lodge, D. J. (1994). Three host-specific *Xylaria* species. *Mycologia* 86(3), 436–446.
- Lloyd, C. G. (1918). *Xylaria* Notes No. 2. *Mycological Writings* 5, Xyl., 17–32.
- Lodge, D. J. 1996. Microorganisms. In: D. P. Reagan & R. B. Waide (Eds.), *The Food Web of a Tropical Rain Forest*: 53–108. The University of Chicago Press, Chicago & London.
- Lodge, D. J., Læssøe, T., Aime, M. C. & Henkel, T. W. (2008). Montane and cloud forest specialists among neotropical *Xylaria* species. *North American Fungi* 3(7), 193–213.
- Meijer, A. A. R. (2006). Preliminary list of the macromycetes from the Brazilian State of Paraná. *Boletim do Museu Botânico Municipal, Curitiba* 68, 49–55.

Directrices para autores/as

La guía para los autores es una normativa que se ajusta periódicamente de acuerdo a los requerimientos de los estándares nacionales e internacionales. Los aspectos no definidos, serán resueltos por el Comité editorial de la revista.

Steviana publica investigaciones originales (artículos), revisiones (reviews), notas cortas, libros y material suplementario, en español o inglés. Es responsabilidad total de los autores el contenido científico, gramatical y ortográfico de un artículo. Para someter sus artículos los autores deberán considerar las pautas mencionadas en “Indicaciones para los autores”.

Características de cada tipo de publicación

Un artículo original/inédito, es un tipo de artículo científico que describe de manera completa los datos de una investigación y debe contar con las secciones: **Título, Resumen, Palabras clave, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Aportes de los Investigadores, Referencias Bibliográficas**. Se recomienda que los artículos originales no sobrepasen las 30 páginas, en el caso que supere, el autor deberá comunicarse con el editor.

Una nota breve-corta, es un tipo de artículo que contiene información resultados preliminares de un estudio, informes breves de resultados de una investigación original. **Este tipo de artículo sigue las normas de presentación de un artículo original**. La extensión máxima es de 5 páginas.

Un artículo de revisión (review), es un tipo de artículo que recopila o proporciona información amplia y relevante de un tema específico, sus perspectivas actuales y futuras. **Este tipo de artículo seguirá las normas de presentación de un artículo original, sustituyendo sin embargo metodología, resultados y discusión, por el Desarrollo comentado de la revisión, sin alterar las demás partes**. La extensión máxima es de 10 páginas.

Un suplemento, contiene información relevante para el avance del conocimiento científico. Se publicarán memorias de congresos, jornadas, libros y otros materiales científicos en el área de Recursos Vegetales y afines, como un número suplementario.

Un artículo de divulgación, es un tipo de artículo que utiliza un lenguaje sencillo para el lector no especializado, con un contenido que es producto de proyectos de investigación, orientado a un público más general, con la finalidad de comunicar resultados y posibilitando el acceso de todos los miembros de la sociedad al conocimiento científico. Este tipo de artículo debe contar con las siguientes secciones: **Título, Introducción, Desarrollo, Conclusiones, Referencia bibliográfica**. La extensión máxima es de 3 páginas.

Los artículos son revisados por pares e incluyen fechas de recepción y aceptación.

Indicaciones para la preparación del artículo

En el caso de artículos sometidos en lengua inglesa, los autores deben asegurarse de que el contenido haya pasado por una revisión lingüística adecuada antes de su envío. Los artículos podrán ser rechazados antes de la revisión por pares en el caso que no cumplan con este requisito.

Título principal

Deberá estar escrito en Times New Roman 14, negrita y extensión máxima de 20 palabras. La letra inicial en mayúscula, el resto en minúsculas. El nombre de géneros y especies en cursiva, sin embargo, las abreviaturas como sp. var., comb., s.l., f., subsp., ex, permanecerán con estilo normal. Ejemplo: *Stevia*, *Stevia sp.*, *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni

Autores

Los nombres de los autores se escriben con letra Times New Roman, tamaño 10, por debajo del título, mencionando apellido(s) e inicial del nombre. Indicar en un siguiente párrafo la filiación sin abreviaturas, Ciudad y País. Es obligatorio colocar un superíndice al final de la inicial del nombre del autor y al inicio de la filiación. En un siguiente párrafo se menciona el autor por correspondencia colocando un apartado denominado E-mail. Ejemplo:

Diversidad florística en pastizales de la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Paraguay

Benítez, B.^{1*}; Vera, M.¹; Vogt, C.¹; Pereira, C.¹; Rivarola, A.¹

¹Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Laboratorio de Recursos Vegetales. Campus Universitario, San Lorenzo, Paraguay

*E-mail: bbenbert@facen.una.py

Los datos del autor y coautores deberán cargarse en el OJS siguiendo la guía para someter artículos al OJS

Se deberá mencionar el identificador digital del ORCID de al menos el autor principal, para una mejor divulgación de su trabajo.

Se aceptará un solo autor por correspondencia que podrá o no ser el autor principal.

Resumen

Deberá estar en español en letra Arial 9, con extensión máxima de 250 palabras, con el título principal y sin referencias. El resumen deberá incluir información sobre el contenido del artículo siguiendo el orden: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones; sin mencionar estos títulos.

El mismo contenido del resumen en español deberá ser presentado en inglés y con el nombre de Abstract.

Palabras clave

Deberán presentarse en orden alfabético, en minúscula (a menos que sea nombre propio), separadas por coma y sin punto final, con un mínimo de tres (3) y un máximo de cinco (5). No deberá incluir palabras que formen parte del título.

Contenido

Todos los textos deberán conservar el siguiente orden: Título, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos (en caso aplicable), Referencias Bibliográficas. Anexos. Tipo de letra Times New Roman 11, normal, espacio simple. En casos aplicables, el resultado y la discusión pueden ir juntos.

Dentro del texto general serán admitidos un título principal y un título secundario, con tipo de fuente “normal” y sin punto final. El título principal escrito en mayúsculas y negritas (**INTRODUCCIÓN, MATERIALES Y MÉTODOS, RESULTADOS, DISCUSIÓN, CONCLUSIONES, AGRADECIMIENTOS, APORTES DE LOS INVESTIGADORES, CONFLICTO DE INTE-**

RES, REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS), el título secundario en negritas, con la letra inicial en mayúscula, el resto en minúsculas. Se permitirá el uso de cursiva, negritas, o el subrayado en palabras que quieran resaltarse dentro del artículo, según criterios del autor.

Cuando el caso lo requiera, las abreviaciones deben ser definidas en el texto o leyendas en su primera utilización y deben ser usadas exclusivamente desde ese momento. Para el caso de los nombres científicos deberá escribirse el nombre completo en cursiva seguido de los autores en su primera utilización. Ejemplo: *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni

Tratamientos taxonómicos

Para las citas bibliográficas de los taxones y sinonimias se realizará según la base de datos www.ipni.org, www.tropicos.org

El nombre de géneros y especies en cursiva, sin embargo, las abreviaturas como sp. var., comb., s.l., f., subsp., ex, permanecerán con estilo normal. Ejemplo: *Stevia*, *Stevia* sp., *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni

Para el caso de descripciones de especímenes, las medidas de largo x ancho se realizará de la siguiente manera: 10-15 x 0,7-1 cm o 10-15 x 0,7-1 mm (se debe mantener la unidad en ambas medidas, sin punto final).

Los códigos de los herbarios se utilizan de acuerdo con [Index Herbariorum](#)

Las ilustraciones, gráficos, fotografías y mapas, serán consideradas “Figuras”. Deberán ajustarse al tamaño de las columnas de la revista (19,5cm x 6,25cm) o al margen de la página (24cm x 18cm). Las mismas deberán formar parte del cuerpo del texto general y también deberán ser enviadas por separado, en formato TIFF o JPG, para su publicación definitiva, con resolución mínima de 300dpi para ilustraciones, gráficos y fotografías, y de 600 dpi para mapas. Los **mapas** deberán presentarse dentro de un recuadro, el norte deberá estar orientado en el margen superior y estar de acuerdo estrictamente con lo que menciona el texto, se incluirán como mínimo dos marcas de longitud y dos de latitud y la escala deberá estar en kilómetros. Deberá remitirse en blanco y negro, pudiendo presentar colores en los casos que sean estrictamente necesarios. Todas las figuras deben estar referenciadas en el texto del artículo. **La leyenda de la figura** se escribe con letra Times New Roman, negritas, tamaño 10 por debajo y sin punto final.

Fotografías, gráficos o dibujos no deberán llevar bordes, ni estar señalizadas. Se permitirán en las figuras solo las señalizaciones de estructuras y/o detalles, con sus unidades de medida, con letra minúscula, en tipo de letra Times New Roman, tamaño 9.

Las tablas deberán ajustarse al tamaño de las columnas de la revista (19,5cm x 6,25cm) o al margen de la página (24cm x 18cm). El título debe ir en la parte superior y la leyenda en la parte inferior, solo con líneas divisorias horizontales en el encabezado y al final de la tabla. Deberán ser enviadas por separado en un archivo Excel en su formato original. La fuente debe ser Times New Roman 10. Serán rechazadas las tablas escaneadas o aquellas que no cumplan con estos requisitos.

La leyenda de las tablas serán escritas con letra Times New Roman, negritas, tamaño 10 por debajo y sin punto final.

Las fórmulas y estructuras químicas deberán ser realizadas en el programa ChemDraw, para luego importarlas al artículo. Así mismo deberán ser enviadas por separado en formato tiff o jpg.

Las ecuaciones matemáticas, las ecuaciones y las expresiones matemáticas deberán ser incluidas en el texto principal del artículo. Las ecuaciones que son citadas en el texto se identifican con números

entre paréntesis, tales como (1) y son citadas en el artículo como “ecuación (1)”.

Si el artículo está en formato .docx y contiene ecuaciones, las mismas deben ser editables.

Los valores numéricos deberán llevar “comas” y no puntos en los artículos en español. Serán estrictamente empleadas las unidades de medidas del sistema internacional, enmarcadas de acuerdo a lo recomendado en la siguiente tabla.

Gramos (g)	Kilómetros (km)	Hectárea (Ha)
Kilogramos (kg)	Metros (m)	Centímetros cúbicos (cm ³)
Miligramos (mg)	Centímetros (cm)	Milímetros cúbicos (mm ³)
Microgramos (μg)	Milímetros (mm)	Micrómetros cúbicos (μm ³)
Litros (L)	Micrómetros (μm)	Decímetros cúbicos (dm ³)
Mililitros (mL)	Metros cuadrados (m ²)	Hora (h)
Microlitros (μL)	Centímetros cuadrados (cm ²)	Minutos (min)
Decilitros (dL)	Milímetros cuadrados (mm ²)	Segundos (s)
Moles (mol)	Micrómetros cuadrados (μm ²)	Día (d)
Luxes (lx)	Normalidad (N)	Grados Fahrenheit (°F)
Lumen (lm)	Molalidad (m)	Kelvin (K)
Osmol (Osm)	Toneladas (t, T o Tn)	Atmosfera (atm)
Molaridad (M)	Grados Celcius (°C)	Pascal (Pa)
Newton (N)	Hertz (Hz)	Joule (J)
Kilocalorías (kcal)	Watt (W)	Volt (V)
Candela (cd)	Amperios (A)	Ohm (Ω)

Se recomienda el uso unificado en todo el documento de una sola unidad de medida, sin punto final. Para las unidades combinadas que implican relaciones, se recomienda el uso exponencial y no el uso de las barras (/). Ej: kcal.mol⁻¹, km.h⁻¹, m.s⁻¹

Todas las figuras, tablas y ecuaciones deberán estar enumeradas en orden secuencial dentro del artículo.

Nomenclatura y abreviaciones químicas y biológicas

Las estructuras moleculares son identificadas por números arábigos en negrita, que les son asignados en orden de presentación en el texto. Una vez identificadas en el texto principal o en una figura, los compuestos deben ser llamados por su nombre, por una abreviación definida o por el número arábigo en negrita (mientras el compuesto sea nombrado consistentemente de una de estas tres formas). Siempre que sea posible, los autores deben referirse a los compuestos químicos y las biomoléculas usando la nomenclatura sistemática, preferentemente utilizando IUPAC.

Material de referencia

La mención del material de estudio en el caso de especies vegetales, depositadas en herbarios reconocidos, se realizará en el siguiente orden: País, Departamento, Localidad, Coordenadas geográficas, Fecha de colecta, colector - número, Sigla del herbario en el cual está depositado.

Agradecimientos

Deberán escribirse en un apartado antes de las Referencias bibliográficas.

Aportes de los autores

Los autores deberán declarar sus contribuciones en el artículo y si existe o no conflicto de intereses.

Citas bibliográficas

» Para citas intratextuales:

- Un solo autor: Apellido del primer autor y año de publicación. Ejemplo: Vera, 2021
- Dos autores: Apellido de los dos autores y año de publicación. Ejemplo: Acosta y Domínguez, 2020
- Tres o más autores: Apellido del primer autor, seguido de *et al.*, y año de publicación. Ejemplo: Benítez *et al.*, 2019

Para las citas intratextuales se mantendrá el uso de “y”, sin importar el idioma del material consultado.

» Para citas directas, el año de publicación estará dentro de un paréntesis. Ejemplo: Según Pereira (2020), con más de un autor separados por punto y coma. Ejemplo: Según Pereira (2020); Ramos (2021). Para citas indirectas: (Pereira, 2020), con más de un autor: Pereira *et al.*, 2020; Ramos, 2021.

Referencias bibliográficas:

- » Serán considerados para revisión solo aquellos artículos que cumplan estrictamente las normativas vigentes referentes a las citas dentro del contenido y la coincidencia con lo mencionado en referencias bibliográficas.
- » Las referencias se realizarán siguiendo las normas APA última edición <https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf>
- » Se incluirán las citas intratextuales mencionadas en el artículo, en orden alfabético, utilizando sangría francesa.
- » Tanto autores como título del material consultado se escribirán en estilo de fuente normal, la letra inicial en mayúsculas, el resto en minúsculas.
- » Cuando se presenten varias citas de un mismo autor, se deberá mencionar siguiendo un orden cronológico (publicación más antigua a la más actual).
- » Cuando un mismo autor presente publicaciones siendo él, el único autor y publicaciones con otros autores; se deberá escribir la referencia bibliográfica correspondiente al único autor, seguido de las referencias bibliográficas con coautores.
- » El uso de “&” queda destinado solo para este apartado y si el material consultado se encuentra en inglés, si el material consultado se encuentra en español se mantendrá el uso de “y”.

Indicaciones para el envío del artículo

Antes de someter su artículo, el autor debe asegurarse de contar con:

Carta compromiso

El autor principal debe proveer una **carta de compromiso** siguiendo la plantilla de la revista *Steviana*, adjuntando los documentos respaldatorios.

La carta compromiso muestra el común acuerdo de todos los autores implicados en el artículo sometido a revisión y posterior publicación, sirviendo así de documento oficial por parte de la revista *Steviana*.

Es obligación del autor de correspondencia, la comunicación constante con los demás autores y coautores del artículo sometido a revisión, desde el momento del envío, las correcciones realizadas por los revisores, la versión final, hasta la prueba de página para la publicación final.

Envío de figuras y tablas por separado

Las figuras y tablas, deberán ser enviadas por separado en los formatos indicados anteriormente, al mismo tiempo que somete el artículo o una vez que el artículo sea aceptado. No serán aceptados como oficiales los presentes en el documento Word. **Es total responsabilidad del autor cumplir con los formatos requeridos por la revista, desde el momento que se somete a revisión el artículo**

Sugerencia de revisores

Al momento de someter el artículo, los autores pueden sugerir el nombre de al menos 4 potenciales revisores (2 nacionales y 2 internacionales); estas sugerencias suelen ser de ayuda, aunque no siempre son seguidas. Así mismo, también pueden indicar por nombre y apellido, un número limitado de científicos que no deben revisar el artículo.

Lista de comprobación para la preparación de envíos:

- » El envío no ha sido publicado previamente ni se ha sometido a consideración por ninguna otra revista (o se ha proporcionado una explicación al respecto en los Comentarios al editor/a).
- » El archivo de envío está en formato OpenOffice, Microsoft Word, RTF.
- » Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL para las referencias.
- » El texto sigue el formato y las indicaciones mencionadas en el contenido de la guía para autores.
- » Todas las figuras y tablas se encuentran colocadas en los lugares del texto apropiados.
- » El texto reúne las condiciones estilísticas y bibliográficas incluidas en las directrices para autores.
- » Carta compromiso que acompaña al artículo sometido y las declaraciones (si aplica).

Proceso editorial

El proceso editorial consta de cuatro pasos:

1. Recepción del artículo

El artículo debe ser enviado por el sistema en línea de la revista, en formato Word, el cual será recepcionado por el Comité editorial, quienes realizarán una revisión inicial. En “comentarios al editor”:

- El autor puede sugerir 2 nombres de potenciales evaluadores nacionales y 2 internacionales; estas sugerencias serán de ayuda, aunque no necesariamente seguidas.
- El autor debe enviar el título abreviado (Título corto) para el encabezado de las páginas de su artículo.

En este primer paso, se debe adjuntar por separado la carta compromiso, la cual debe contar con la información de contacto del autor correspondiente y la firma de conformidad de todos los autores. En la misma debe explicar brevemente los fundamentos por los cuales el trabajo es considerado como apropiado para *Steviana* y manifestar la completa responsabilidad de los autores en cuanto a su contenido, exonerando de toda responsabilidad a la Revista.

La carta compromiso común acuerdo de todos los autores implicados en el artículo sometido a revisión, sirviendo así de documento oficial para la revista *Steviana*. **Es obligación del autor de correspondencia**, la comunicación constante con los demás autores del artículo sometido a revisión, desde el momento del envío, las correcciones realizadas por los revisores, la versión final, hasta la prueba de página para la publicación final.

En el caso que hubiere conflictos de intereses, los autores deben adjuntar a su carta compromiso,

una declaración sobre los mismos. Para el caso de colectas, los autores deberán declarar en su carta compromiso, que han cumplido con las exigencias ambientales o de salud para la realización de la investigación.

En la revisión inicial, el Comité Editorial podrá realizar sugerencias que crea convenientes sobre el artículo, para mejorar su presentación y garantizar la publicación, antes del envío a los evaluadores para su revisión. De igual manera, la revista *Steviana* se reserva el derecho de aceptar o rechazar los artículos sometidos para su publicación.

2. Evaluación del artículo

La Revista *Steviana* utiliza el sistema de evaluación por pares, empleando el sistema doble ciego, donde la identidad de los evaluadores no es revelada a los autores y viceversa.

El evaluador podrá realizar las sugerencias o correcciones directamente sobre el artículo sometido utilizando el control de cambios de word. El documento contará con una hoja de evaluación proveído por el comité editorial para las anotaciones que crea conveniente.

El periodo de evaluación tendrá un plazo de aproximadamente un mes, dependiendo de la complejidad del artículo. El autor será notificado del estado de su artículo. Luego de la evaluación, el comité editorial podrá tomar la decisión de aceptación (con o sin modificaciones) o rechazo del artículo.

3. Devolución del artículo a los autores

El artículo devuelto a los autores puede presentar observaciones o correcciones. El mismo va acompañado de una hoja de evaluación con los criterios tenidos en cuenta por la revista, una columna con observaciones de los evaluadores y una columna libre donde los autores deberán especificar si el ajuste fue o no realizado, especificando con “realizado” en el caso que se haya procedido al ajuste o escribiendo una justificación corta y concisa en el caso que el mismo no haya sido realizado. El documento también cuenta con comentarios finales de “Aceptado”, “Aceptado con modificaciones”, “Rechazado”.

Posibles resultados:

- Rechazado: el artículo es devuelto al autor.
- Aceptado: el artículo es aceptado sin modificaciones y pasa a edición.
- Aceptado con modificaciones: el autor deberá aceptar o rechazar las correcciones o sugerencias realizadas al artículo, explicando al final, en la misma hoja de evaluación las sugerencias no aceptadas y enviando la nueva versión del artículo con los cambios realizados con color resaltado en el texto.

Una vez que el autor haya recibido la evaluación, debe responder a cada uno de los ítems e incorporar las modificaciones en el artículo, en un plazo no mayor a dos semanas, de lo contrario su artículo será retirado del número a ser publicado.

4. Aceptación, prueba de página y publicación

Una vez aceptado el artículo para su publicación, no se aceptarán modificaciones sobre el mismo y se solicitará enviar a la revista, las fotografías y tablas en los formatos según se menciona en la guía para autores para la diagramación y edición.

El autor por correspondencia recibirá una prueba de página en PDF, que deberá ser revisada en conjunto con los demás autores y devueltas al editor en un plazo no superior a 7 días. Deberán indicar directamente en el documento las correcciones o en un documento Word, en este caso indicando la página y párrafo en donde deberá realizarse la corrección.

Con la finalidad de la difusión del artículo definitivo en las redes sociales de la revista (Facebook, Instagram, Twitter), el autor por correspondencia deberá facilitar una breve descripción del mismo en lenguaje sencillo de no más de 280 caracteres, acompañado de una imagen que deberá ser seleccionada de entre las que acompañan al artículo sometido. La información podrá ser enviada al correo: steviana@facen.una.py

Derecho de autor y política de privacidad



A partir del año 2021, el contenido de esta revista se encuentra bajo una [Licencia Creative Commons](#) Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0), que permite compartir y adaptar la obra en tanto se sigan los términos de la licencia.

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducidos en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines.

Steviana, Vol. 16 (2) - 2024

CONTENIDO POR SECCIONES

Micología **05-11**

New observation on mycophagy: consumption of coconut mushroom (*Oudemansiella cubensis*) by the Brazilian squirrel (*Guerlinguetus brasiliensis*)
Trierveiler-Pereira, L.; Francisco A.; Baltazar, J.M.

Fitoquímica **12-23**

Perfil de agroquímicos en el cultivo de maíz (*Zea mays*)
Vargas Guillen, P.; Vera Avendaño, R.; Ávila Franco, A.; Carrasco Schuldt, A.; Morán Castro, C.

Nota breve-corta **24-27**

Additional notes on *Xylaria chordaeformis* Lloyd (Xylariaceae, Ascomycota) in Brazil
Trierveiler-Pereira, L.; Ju, Y.-M.; Neves, M.A.

