

# Asociación multitrófica entre raulí (*Nothofagus alpina*), dihueñe (*Cyttaria espinosae*) y moscas del género *Anastomyza* (Diptera: Heleomyzidae) en Región de La Araucanía, Chile

Multitrophic association between Raulí (*Nothofagus alpina*), Dihueñe (*Cyttaria espinosae*) and *Anastomyza* flies (Diptera: Heleomyzidae), La Araucanía Region, Chile

Ariel Aguilera<sup>1,\*</sup> & Cristian Villagra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago, Chile. Avenida José Pedro Alessandri 774, Santiago, Chile.

\*E-mail: ariel.aguilera2019@umce.cl

## RESUMEN

En este trabajo se caracteriza la asociación entre *Nothofagus alpina* (Nothofagaceae), *Cyttaria espinosae* Lloyd, (1917) (Leotiomyces) y moscas del género *Anastomyza* (Heleomyzidae). Estos dípteros fueron encontrados en estado larval dentro del estroma abierto de *C. espinosae*, y como adultos, sobre apotecios expuestos. Esto sugiere que *Anastomyza* podría ser micetófaga y además contribuir a la dispersión de *C. espinosae*. Discutimos sobre los factores que permiten la continuidad de interacciones ecológicas complejas entre plantas, hongos e insectos en sistemas nativos.

**Palabras clave:** asociaciones ontogenéticas, interacciones multitróficas, parásitos biotróficos.

## ABSTRACT

In this work we characterize the association between *Nothofagus alpina* (Nothofagaceae), *Cyttaria espinosae* Lloyd, (1917) (Leotiomyces) and *Anastomyza* flies (Heleomyzidae). These dipterans were found as larvae mainly in *C. espinosae* with mature stromata, and as adults over open apothecia. This suggests that beside of feeding on reproductive structures, these *Anastomyza* may contribute with spore dispersion. We discuss about the factors allow the preservation of plant-fungi-insect ecological associations.

**Keywords:** biotrophic parasites, multitrophic interactions, ontogenetic associations.

## INTRODUCCIÓN

Los hongos e insectos han coexistido por más de 400 millones de años, en los más variados hábitats, encontrándose dentro de los organismos más numerosos del planeta (Stork *et al.* 2015). Gracias a esto es posible encontrar frecuentemente interacciones ecológicas de larga data entre hongos e insectos (Misof *et al.* 2014; Sherwood-Pike *et al.* 1985). Los hongos del

género *Cyttaria* Berk (Cyttariaceae), o “dihueñe”, son parásitos biótrofos exclusivos del género *Nothofagus*. En estos se han encontrado insectos asociados a su estructura reproductiva. Este grupo monotípico cuenta con 11 especies conocidas a la fecha, siete presentes en Sudamérica (Gamundí 1971, 1991) y cuatro en Australasia (Rawlings 1956). Estos hongos presentan hifas en el floema, xilema secundarios, cambium y corteza de sus plantas hospederas, ocasionando tumores

en el tronco y ramas de éstas (Gutiérrez de Sanguinetti 1988). En estas formaciones se desarrollan los cuerpos fructíferos o estromas, desde los que se liberan las esporas durante la fase reproductiva, al abrirse sus apotecios (Webster & Weber 2007). En Chile se han registrado las siete especies descritas en el cono Sur (Barrera 2004; Espinosa 1926; Marchionatto 1940; Gamundí 1971, 1986; Gamundí *et al.* 2004; Sandoval-Leiva 2012). Junto con estas observaciones, se ha mencionado la presencia de insectos al interior los cuerpos fructíferos de estos hongos, incluyendo larvas de microlepidópteros y de dípteros micetofílicos (Espinosa 1926; Gamundí & Horak 1993). Sin embargo, a la fecha no se cuenta con ningún nivel de caracterización taxonómica, ni información sobre el rol ecológico de estos insectos con relación a *Cyttaria*. En esta nota reportamos el parasitismo de *Cyttaria espinosae* Lloyd (Leotiomycetes) sobre raulí, *Nothofagus alpina* (Nothofagaceae), en la región de La Araucanía, Chile. Además, estudiamos los insectos asociados a las fases de apotecio cerrado y abierto del desarrollo reproductivo del estroma de este dihueñe (Fig. 1). Descubrimos un cambio significativo en abundancia y proporción de insectos encontrados entre estas dos etapas del estroma. En fase de apotecio abierto de *C. espinosae* fueron especialmente abundante (sobre el 80% del total) los

dípteros del género *Anastomyza* (Heleomyzidae). Discutimos estos hallazgos en el contexto del posible rol ecológico de estas moscas micetofílicas y su función en la mantención de esta asociación multitrófica.

## METODOLOGÍA

### RECOLECCIÓN DE ESTROMAS DE HONGOS

Entre septiembre y octubre de 2020 en el sector El Escudo (38°34'1,5"S/72°5'2,5"O), Región de La Araucanía, Chile (Fig. 2) recolectamos, de forma manual, 500 g de estromas de *C. espinosae* con apotecios de abiertos y cerrados. Éstos eran provenientes de troncos y ramas de *N. alpina* en tres sitios: 1) Renovales de *N. alpina*; 2) Bosque maduro *N. alpina*; 3) Renovales de *N. alpina* en matriz de eucaliptos. Identificamos los hongos usando la clave de Gamundí (1971), basada en caracteres morfológicos del estroma. Respecto de las etapas de madurez del hongo, a modo de clasificación consideramos: (A) estromas inmaduros o cerrados: apotecios cubiertos por una piel dura, elástica o capa cortical membranosa y se estira fuertemente; (B) estromas maduros o abiertos: cuando ocurría ruptura de la capa cortical que expone a los apotecios (*sensu* Libkind *et al.* 2011; Figs. 1A y 1B).



FIGURA 1. *Cyttaria espinosae* parasitando árbol de *N. alpina*. (A) Estroma de *C. espinosae* con apotecios abiertos; (B) Estroma de *C. espinosae* con apotecio cerrados. Barra en esquina superior derecha representa escala representa 1 cm. / *Cyttaria espinosae* parasitizing *N. alpina*. (A) Stroma of *C. espinosae* with open apothecia; (B) Stroma of *C. espinosae* with closed apothecia. Upper left corner scale represent 1 cm.

### RECOLECCIÓN Y DETERMINACIÓN DE INSECTOS ALOJADOS EN ESTROMAS DE HONGOS

Para estromas cerrados o inmaduros (Fig. 1A) se realizaron disecciones del tejido para buscar posibles estados inmaduros o larvas de insectos usando lupa estereoscópica Dimeri modelo NSZ70. El resto de los especímenes se colectaron desde la superficie de estos estromas cerrados. En caso de los estromas maduros o abiertos (Fig. 1B), el cuerpo fructífero se sacudió en una placa Petri para que los insectos que estuviesen en las cavidades y capas externas del estroma salieran mecánicamente. Los especímenes adultos fueron recolectados y preservados en etanol al 95%. Además, extrajimos larvas dentro del tejido del estroma abierto con la ayuda de la lupa. Estas larvas fueron criadas para su posterior determinación en etapa de adultos como se explica mas adelante. Para determinación taxonómica de órdenes empleamos la clave de Triplehorn y colaboradores (2005). Para Coleoptera: Werner (1961); Thysanoptera: Mound & Kibby (1998); Apoidea (Hymenoptera): Michener (2007) y para Heleomyzidae (Diptera) se utilizó McAlpine (1985). Para cada grupo de insectos se anotó el estado de maduración de los estromas de *C. espinosae* y cuantificamos su abundancia

en cada sitio. Calculamos los índices de diversidad alfa de Shannon (H), Equitabilidad o "Evenness" y Dominancia (D) (Stewart *et al.* 2017) y comparamos la diversidad encontrada entre hongos con estromas cerrados y abiertos empleado un test de t para índice de Shannon (Past 3.20; Hammer *et al.* 2001). Comparamos las proporciones de cada familia de los tres órdenes encontrados: Hymenoptera, Coleoptera y Diptera en total de muestras, y para cada estado de desarrollo de los estromas, empleado test de Chi cuadrado (Zar 1999). Para determinar la identidad taxonómica de larvas en desarrollo (principalmente Diptera) colectadas dentro de los estromas, mantuvimos éstas en una cámara de crianza que consistía en un contenedor de polipropileno transparente cubierto por una tela de fibra de nylon y papel absorbente humedecido en el interior. Esta condición de crianza fue mantenida a temperatura ambiente (entre 19° a 26°C) entre septiembre y noviembre de 2020. Alimentamos las larvas con estromas de *C. espinosae* ad libitum. Una vez que emergieron los imagos utilizamos la clave taxonómica de McAlpine (1985). Además, consultamos al Profesor Christian González Aravena, IE UMCE, especialista en Diptera.

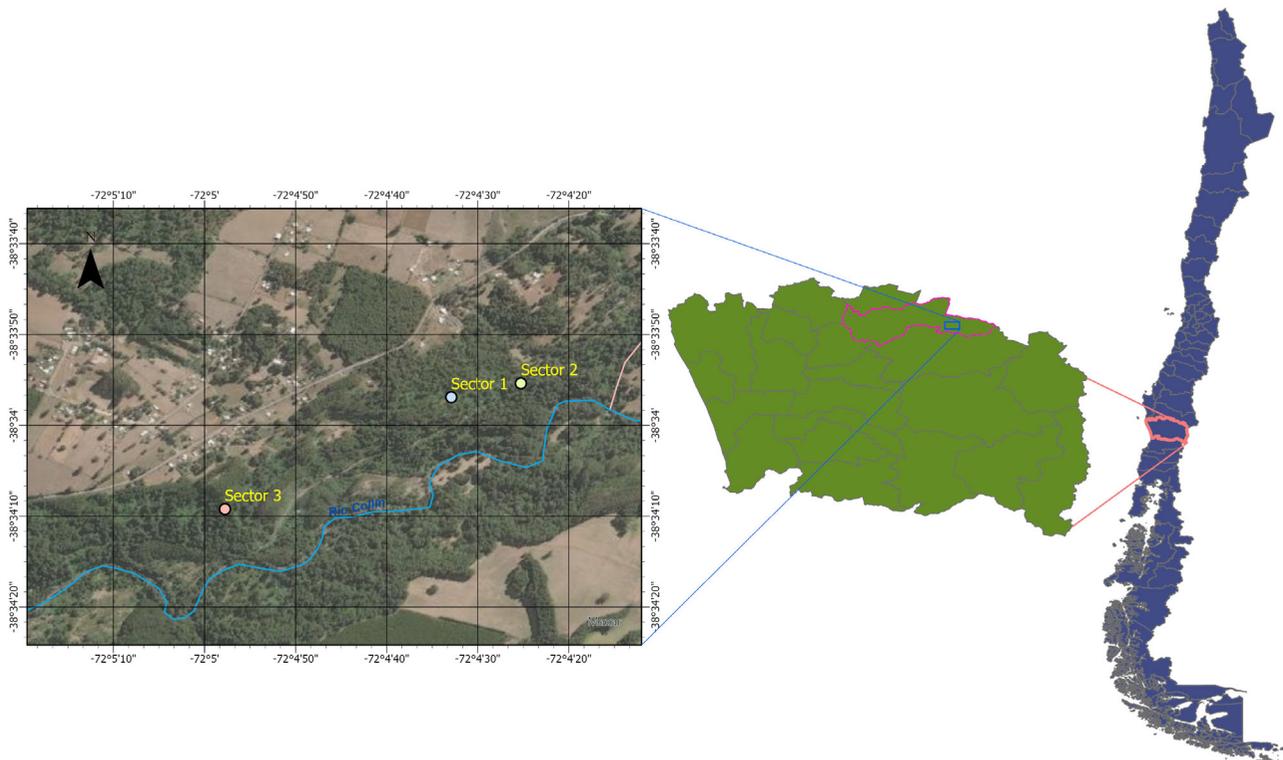


FIGURA 2. Mapa de la zona de El Escudo, región de La Araucanía, donde se destacan con puntos los tres sitios de recolección de *C. espinosae* parasitando *N. alpina* (Nothofagaceae). / Chile, Araucanía Region and El Escudo area maps showing study site. The three collection sites of *C. espinosae* parasitizing *N. alpina* (Nothofagaceae) are highlighted by colored dots.

## RESULTADOS

Sumando los insectos colectados en El Escudo, obtuvimos un total de 346 especímenes (Tabla 1, Fig. 3). El 82% (N = 285) de estos correspondieron al orden Diptera, familias: Carnidae, Ceratopogonidae, Heleomyzidae y Phoridae. Mientras que el 13,6% (N = 47) correspondió a Coleoptera, familias: Carabidae y Staphylinidae y 4,1% (N = 14) a Hymenoptera, familia: Formicidae. Esta dominancia de Diptera resultó estadísticamente significativa (Chi cuadrado, N = 346; df = 6,  $X^2 = 1255$ ;  $p < 0,001$ ).

En los estromas con apotecios inmaduros (cerrados) encontramos 29 individuos presentes en el exterior de estas estructuras, no encontrándose larvas en el interior de los estromas. Solo algunos individuos de Staphylinidae se observaron en una rasgadura al interior de uno de los apotecios estudiados. En estromas cerrados la familia predominante fue Formicidae (37,93%; N = 11), sin embargo, no encontramos diferencias en la proporción de individuos pertenecientes a distintos grupos taxonómicos en esta fase (Chi cuadrado, N = 29; df = 3;  $X^2 = 4,52$ ;  $p = 0,211$ ). Así mismo, obtuvimos un bajo índice de Dominancia (D = 0,289) y alto de Equitabilidad ( $e^H/S = 0,918$ ), mientras que el índice de Shannon correspondió a H = 1,301. Por otro lado, en estromas maduros o abiertos encontramos un total de 317 insectos, de los cuales 279 correspondieron a larvas de dípteros

Heleomyzidae del género *Anastomyza* (Almeida & Ale-Rocha 2011; González & Llanos 2019). Estas moscas representaron significativamente al 88% del total de insectos presentes en estromas maduros (Fig. 3; Chi cuadrado, N = 317; df = 6;  $X^2 = 1413,68$ ;  $p < 0,001$ ). Así mismo, Respecto a los índices de biodiversidad, la presencia de *Anastomyza* sp. se vio reflejada en los valores de los índices de estromas abiertos, con un índice de dominancia D = 0,7799, e índice de Equitabilidad  $e^H/S = 0,2768$  y de Shannon H = 0,5073. Comparando este último índice entre los dos estados de desarrollo del dihueño, confirmamos que esta diferencia es estadísticamente significativa (Test de t, t = -10,02; df = 74,608;  $p = 0,001$ ).

Por último, en la recolección de insectos en dihueños se obtuvieron 279 larvas (Fig. 4a), las cuales fueron criadas, logrando llegar a pupa en octubre (Fig. 4b) y a adulto durante Noviembre (Fig. 4c). Del total de 31 adultos obtenidos, se logró determinar que estas larvas correspondían a la familia Heleomyzidae, coincidiendo los caracteres morfológicos diagnósticos de esta familia como: la presencia de vibrisas bien desarrolladas, setas postverteales convergentes, vena costal espinosa y antenas pequeñas (McAlpine 1985). Por otro lado, también se logró determinar que el género de estos dípteros corresponde a *Anastomyza* Malloch, siendo algunas de las principales características de este género la presencia de tres setas dorsocentrales (Fig. 5b) y venas costales engrosadas en la parte proximal del quiebre subcostal del ala (Fig. 5a).

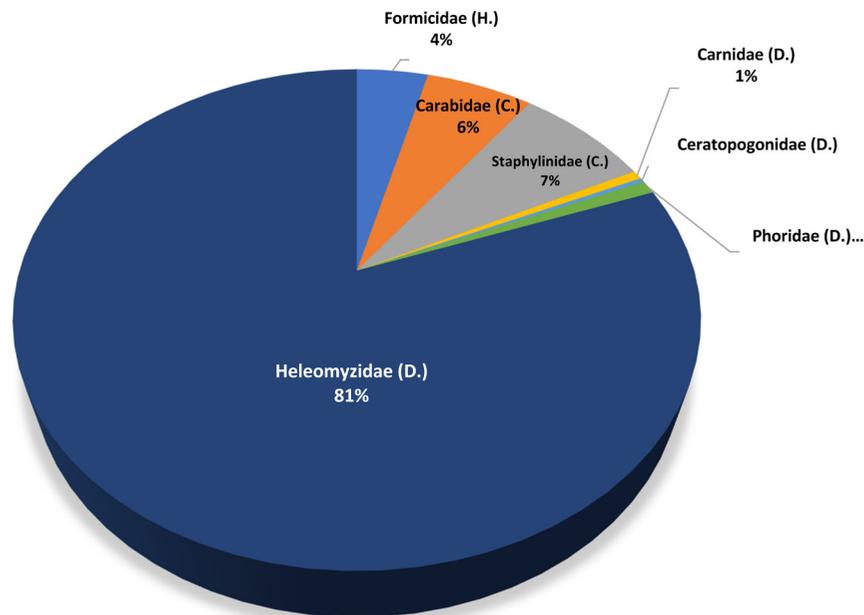


FIGURA 3. Porcentaje total de familias de insectos encontrados en estromas cerrados y abiertos de *C. espinosae*. ("C" = Coleoptera, "D" = Diptera e "H" = Hymenoptera). / Total percentage of insect families found in closed and open stromata of *C. espinosae*. ("C" = Coleoptera, "D" = Diptera and "H" = Hymenoptera).

**TABLA 1.** Porcentajes y cantidades de Insectos según orden y familias en estromas. A) Estromas con apotecios cerrados de *C. espinosae*. B) Estromas con apotecios abiertos de *C. espinosae*. En la base de cada sección se muestra test de Chi cuadrado e índices de biodiversidad calculados para cada grupo. / Percentages and quantities of insects according to orders and families in stromata. a) Stromata with closed apothecia of *C. espinosae*. b) Stromata with open apotheciae of *C. espinosae*. At the base of each section it is shown Chi square test and Biodiversity Indexes per each group.

<b>A Estroma Cerrado</b>					
Orden	Familia	N	% familia	% orden	
Coleoptera	Carabidae	7	24,1	51,7	
Coleoptera	Staphylinidae	8	27,6		
Diptera	Phoridae	3	10,3	10,3	
Hymenoptera	Formicidae	11	37,9	37,9	
<b>Total:</b>	29	df = 3	X <sup>2</sup> = 4,52	p<0,211	
		D = 0,289	e^H/S = 0,918	H = 1,301	

<b>B Estroma Abierto</b>					
Orden	Familia	N	% familia	% orden	
Coleoptera	Carabidae	14	4,4	10,1	
Coleoptera	Staphylinidae	18	5,7		
Diptera	Carnidae	2	0,6		
Diptera	Ceratopogonidae	1	0,3	89,0	
Diptera	Heleomyzidae	279	88,0		
Hymenoptera	Formicidae	3	0,9	0,9	
<b>Total:</b>	317	df = 6	X <sup>2</sup> = 1413,7	p<0,001	
		D = 0,7799	e^H/S = 0,544	H = 0,5073	
<b>Total General</b>	346				



**FIGURA 4.** *Anastomyza* en sus tres diferentes estadios: a) larva en el interior de *C. espinosae*. b) pupa. c) adulto. / *Anastomyza* in its three different stages: a) larvae inside *C. espinosae*. b) pupa. c) adult.

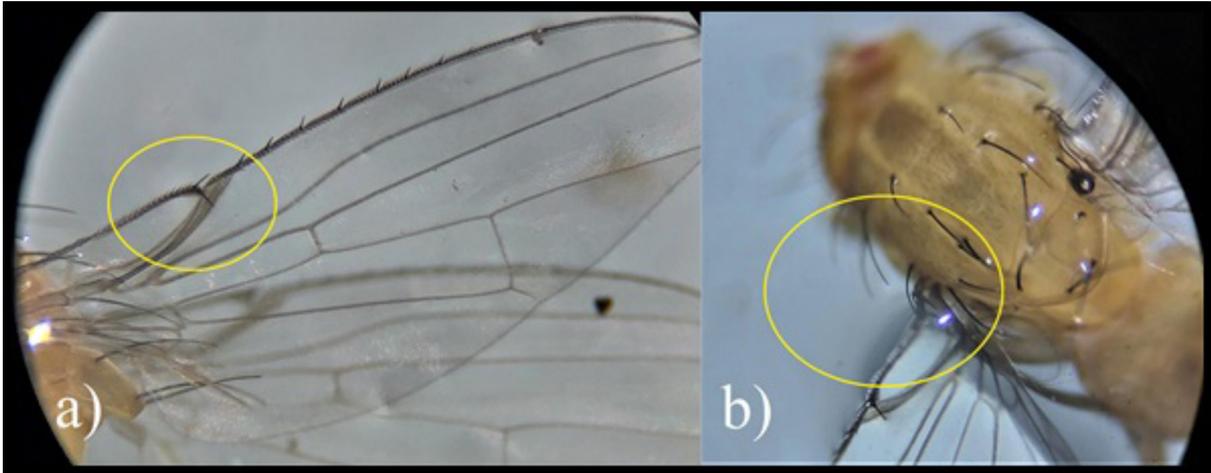


FIGURA 5. Algunos caracteres morfológicos diagnósticos para identificación de género *Anastomyza*: a) vena costal engrosada en la parte proximal del quiebre subcostal. b) tres setas dorsocentrales del tórax. / Some diagnostic morphological traits for the identification of the genus *Anastomyza*: a) Thickened costal vein in the proximal part of the subcostal break. b) three dorsocentral setae on thorax.

## DISCUSIÓN

En este trabajo caracterizamos por primera vez la comunidad de insectos que habitan los cuerpos fructíferos de la asociación *C. espinosae*-*N. alpina*, en la Araucanía, Chile. Observamos diferencias significativas respecto a la diversidad de insectos encontrados en el cuerpo fructífero de *C. espinosae* en sus dos diferentes etapas de maduración reproductiva (i.e. estroma cerrado y abierto). Dentro de éstos se destaca la asociación con *Anastomyza* sp. (Diptera: Heleomyzidae), moscas que correspondieron al 98,94% de los insectos colectados dentro de cuerpo fructíferos de *C. espinosae*, especialmente en la etapa de apotecio abierto. Considerando que en esta etapa es cuando ocurre la maduración y dispersión de las esporas de dihueñe (Gamundi 1971), es posible hipotetizar que *Anastomyza* sp. pudiese tener una interacción estrecha con *C. espinosae*-*Nothofagus alpina*. Estas moscas primero consumen el estroma durante su desarrollo larval, regresado como imagos a los estromas. Posiblemente en la etapa adulta ovipositan en los cuerpos fructíferos y a su vez participan en la dispersión de las esporas y/o los microorganismos asociados al dihueñe, e.g. levaduras (Ulloa *et al.* 2009; Christiaens *et al.* 2014). Trabajos recientes han demostrado la existencia de levaduras en el estroma abierto de *Cyttaria* (Čadež *et al.* 2019; Libkind *et al.* 2007). Estos microorganismos desencadenan procesos de fermentación que producen volátiles atractivos para moscas (Becher *et al.* 2012; Mansourian & Stensmyr

2015). De esta forma, podrían contribuir en atraer visitantes dispersores de esporas en la fase madura del estroma. Sin embargo, se requiere profundizar experimentalmente para someter a prueba estas ideas.

## CONCLUSIONES

Las interacciones entre plantas, hongos e insectos es un área en desarrollo, tanto en Chile como en el resto del mundo. El estudio de la ecología de este tipo de relaciones multitróficas nos permite dilucidar las condiciones que permiten la mantención y diversificación de estas dinámicas. Actualmente se está relevando la importancia de la simbiosis en el contexto de la conservación y mantención de los ecosistemas (Schapheer *et al.* 2021), por lo tanto, conocer estas asociaciones podría resultar clave para estos fines.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Profesor Christian González por sus consejos en determinación taxonómica, Paula Escobar por preparación de mapas y a Constanza Schapheer y al equipo del Laboratorio de Ecología Sensorial IE UMCE por sus sugerencias al manuscrito.

## REFERENCIAS

- Almeida, J.C., Ale-Rocha, R. 2011. Comparative morphology of the male terminalia of the subtribe Rhinotorina (Diptera, Heleomyzidae, Rhinotorini). *Zootaxa* 2736: 44-56. <http://doi.org/10.11646/zootaxa.2736.1.4>
- Barrera, E. 2004. Especies chilenas *Cyttaria* Berkeley (Cyttariaceae). *Chagual* 2: 62-65.
- Becher, P.G., Flick, G., Rozpędowska, E., Schmidt, A., Hagman, A., Lebreton, S., ... Bengtsson, M. 2012. Yeast, not fruit volatiles mediate *Drosophila melanogaster* attraction, oviposition and development. *Functional Ecology* 26(4): 822-828.
- Čadež, N., Bellora, N., Ulloa, R., Hittinger, C.T., Libkind, D. 2019. Genomic content of a novel yeast species *Hanseniaspora gamundiae* sp. nov. from fungal stromata (*Cyttaria*) associated with a unique fermented beverage in Andean Patagonia, Argentina. *PLoS One* 14(1): e0210792.
- Christiaens, J.F., Franco, L.M., Cools, T.L., De Meester, L., Michiels, J., Wenseleers, T., ... Verstrepen, K.J. 2014. The fungal aroma gene ATF1 promotes dispersal of yeast cells through insect vectors. *Cell Reports* 9(2): 425-432.
- Espinosa, M. 1926. Los hongos del género *Cyttaria*. *Revista Chilena de Historia Natural* 30: 206-256.
- Gamundí, I. 1971. Las *Cyttariales* sudamericanas (Fungi-Ascomycetes). *Darwiniana* 16(3-4): 461-510.
- Gamundí, I. 1986. Fungi, Ascomycetes. *Cyttariales*, *Helotiales*: *Geoglossaceae*, *Dermateaceae*. *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego* 10(4): 1-126.
- Gamundí, I. 1991. Review of recent advances in the knowledge of the *Cyttariales*. *Systema Ascomycetum* 10: 69-77.
- Gamundí, I.J., Horak, E. 1993. Hongos de los bosques andino-patagónicos. *Vazquez Mazzini Editores*, Argentina. 144 pp.
- Gamundí, I., Minter, D., Romero, A., Barrera, V., Gaiotti, A., Messutti, M., Stecconi, M. 2004. Checklist of the *Discomycetes* (Fungi) of Patagonia, Tierra del Fuego and adjacent Antarctic areas. *Darwiniana* 42(1-4): 63-164.
- González, C.R., Llanos, L. 2019. Dípteros (Insecta:Diptera) en la Cordillera de la Costa centro-sur de Chile: una mirada a su diversidad. In: Smith-Ramírez, C., Squeo, F.A. (Ed.) *Biodiversidad y Ecología de los Bosques Costeros de Chile*: 101-124, Editorial Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile.
- Gutiérrez De Sanguinetti, M.M. 1988. Exomorfología y anatomía de los tumores en *Nothofagus antarctica* (Fagaceae) atribuidos a *Cyttaria hariatii* y *Cyttaria hookeri* (Cyttariaceae).
- Hammer, Ø., Harper, D.A., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9.
- Libkind, D., Ruffini, A., Van Broock, M., Alves, L., Sampaio, J.P. 2007. Biogeography, host specificity, and molecular phylogeny of the basidiomycetous yeast *Phaffia rhodozyma* and its sexual form, *Xanthophyllomyces dendrorhous*. *Applied and Environmental Microbiology* 73(4): 1120-1125.
- Libkind, D., Tognetti, C., Ruffini, A., Sampaio, J.P., Van Broock, M. 2011. *Xanthophyllomyces dendrorhous* (*Phaffia rhodozyma*) on stromata of *Cyttaria hariatii* in northwestern Patagonian *Nothofagus* forests. *Revista Argentina de Microbiología* 43(3): 226-232.
- Mansourian, S., Stensmyr, M.C. 2015. The Chemical Ecology of the Fly. *Current Opinion in Neurobiology* 34: 95-102.
- Marchionatto, J. 1940. Las especies de *Cyttaria* y *Cytiarella* en la Argentina. *Darwiniana* 4(1): 9-32.
- Michener, C.D. 2007. *The Bees the World*, Second. Ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA. 972 pp.
- Mound, L.A., Kibby, G. 1998. *Thysanoptera: An identification guide*. CAB international. Wallingford, USA. 70 pp.
- Mcalpine, D.K. 1985. The Australian genera of Heleomyzidae (Diptera: Schizophora) and a reclassification of the family into tribes. *Records of the Australian Museum* 36(5): 203-251.
- Misof, B., Liu, S., Meusemann, K., Peters, R.S., Donath, A., Mayer, C., ... Zhou, X. 2014. Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. *Science* 346(6210): 763-767.
- Rawlings, G. 1956. Australasian *Cyttariaceae*. *Transactions and Proceedings of the Royal Society of New Zealand* 8(1): 19-28.
- Peterson, K.R., Pfister, D.H., Bell, C.D. 2010. Cophylogeny and biogeography of the fungal parasite *Cyttaria* and its host *Nothofagus*, southern beech. *Mycologia* 102(6): 1417-1425.
- Sandoval-Leiva, P. 2012. Acerca de *Cyttaria exigua* Gamundí en Chile. *Boletín Micológico* 27(2).
- Schapheer, C., Pellens, R., Scherson, R. 2021. Arthropod-Microbiota Integration: It's Importance for Ecosystem Conservation. *Frontiers in Microbiology* 12: 2094.
- Sherwood-Pike, M.A., Gray, J. 1985. Silurian fungal remains: probable records of the class Ascomycetes. *Lethaia* 18(1): 1-20.
- Stewart, A.J., New, T.R., Lewis, O.T. (Eds.) 2007. *Insect Conservation Biology: Proceedings of the Royal Entomological Society's 23<sup>rd</sup> Symposium*. CABI, Wallingford, USA. 457 pp.
- Stork, N.E., Mcbroom, J., Gely, C., Hamilton, A.J. 2015. New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(24): 7519-7523.
- Tewksbury, J.J., Anderson, J.G., Bakker, J.D., Billo, T.J., Dunwiddie, P.W., Groom, M.J., ... Wheeler, T.A. 2014. Natural history's place in science and society. *BioScience* 64(4): 300-310.

- Triplehorn, C.A., Johnson, N.F., Borror, D.J. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. (7th ed). Brooks/Cole, Belmont, USA. 876 pp.
- Tosa, M.I., Dziedzic, E.H., Appel, C.L., Urbina, J., Massey, A., Ruprecht, J., ... Levi, T. 2021. The rapid rise of next-generation natural history. *Frontiers in Ecology and Evolution* 480.
- Ulloa, J., Libkind, D., Fontenla, S., Van Broock, M. 2009. Levaduras fermentadoras aisladas de *Cyttaria hariatii* (Fungi) en bosques Andino-Patagónicos (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 44(3-4): 239-248.
- Webster, J., Weber, R. 2007. Introduction to Fungi (3th ed.). Cambridge University Press, New York, USA. 875 pp.
- Wenke, K., Kai, M., Piechulla, B. 2010. Belowground volatiles facilitate interactions between plant roots and soil organisms. *Planta* 231(3): 499-506.
- Werner, F.G. 1961. The Beetles of the United States (A manual for identification). Section 1. (Ross H. Arnett, Jr. Eds). Catholic University of America Press, Washington, USA. 210 pp.
- Willson, M.F., Armesto, J.J. 2006. Is natural history really dead? Toward the rebirth of natural history. *Revista Chilena de Historia Natural* 79(2): 279-283.
- Winker, K. 2004. Natural history museums in a postbiodiversity era. *BioScience* 54(5): 455-459.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical analysis. (4th ed.). Prentice Hall, New Jersey, USA. 944 pp.

Received: 12.08.2021

Accepted: 19.11.2021