

Vol. 13(2) – 2021
ISSN 2304-2907 (on line)

Steviana



Cultivo del hongo comestible *Oudemansiella cubensis*



**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 (LAREV), 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 on-line 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 indexada desde el 2012 al Catálogo de Latindex con N° de Folio 21767.

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de Asunción, agradece a los investigadores, que han dedicado su tiempo y esfuerzo incondicional en el arbitraje de los artículos:

Dra. Ana Gómez

Centro para el Desarrollo de la Investigación Científica (CEDIC). Asunción-Paraguay

Dra. Larissa Trierweiler Pereira

Centro de Ciências da Natureza, Campus Lagoa do Sino, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) - Buri, São Paulo-Brasil

Dr. Emanuel Grassi

Instituto Misionero de Biodiversidad (IMi-Bio) Puerto Iguazú - Misiones -Argentina

MSc. Danilo Fernández

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

MSc. Sergio Rodriguez Bonet

Dpto. De Investigación y Desarrollo. Instituto Nacional de Tecnología Normalización y Metrología, Paraguay

Dr. Gilberto Benítez

Universidad Nacional de Asunción, Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas, Área de Gestión de Proyectos Ambientales, San Lorenzo-Paraguay

MSc. Lourdes Cardozo

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

MSc. Elvio Gayozo

Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Laboratorio de Mutagénesis, Carcinogénesis y Teratogénesis Ambiental, San Lorenzo, Paraguay

MSc. Melissa Dos Santos

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

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

CUERPO EDITORIAL

Editor

Bonifacia Benítez de Bertoni
(FACEN – UNA)

Co-editor

Pamela Marchi
María Vera Jiménez

Diseño y diagramación

Pamela Marchi
María Vera Jiménez

Fotografía de tapa

Cultivo del hongo comestible
Oudemansiella cubensis
Autor: Brenda Veloso

Revisión de escritos en Inglés

Nidia Beatriz Benítez Candia
Marcela Jiménez

Comité Científico

María de Fátima Mereles H.

Centro para el Desarrollo de la Investigación
Científica – CEDIC, Paraguay

Gloria Yaluff

FACEN-UNA, Paraguay

Claudia Pereira S.

FACEN-UNA, Paraguay

Miguel Angel Martínez

FACEN-UNA, Paraguay

Christian Vogt P.

FACEN-UNA, Paraguay

Michelle Campi G.

FACEN-UNA, Paraguay

Karina Nuñez G.

FACEN-UNA, Paraguay

Revista Steviana: Indexada al Catálogo de Latindex, N° de folio 21767

DIRECCIÓN OFICIAL

Facultad de Ciencias Exáctas y Naturales-UNA

Telefono-fax: (595-21) 585 600

Dirección Postal: 1039

Campus Universitario, San Lorenzo-Paraguay

Página web: www.facen.una.py

CONTENIDO POR SECCIONES

Biotecnología

- 5-19** Aprovechamiento de vinaza para producción de lípidos y biomasa microbiana mediante cultivo mixto de *Yarrowia lipolytica* (Wickerham, Kurtzman & Herman) van der Walt & von Arx y *Chlorella vulgaris* Beijerinck
Rojas, L.; Gayozo, E.; Sandoval-Espínola, W. J.
- 20-27** Identificación de agentes causales de la contaminación microbiana durante la micropropagación de *Musa* spp.
Díaz Lezcano, M.I.; Pereira Báez, K. D.; Benítez Vera, S. G.; Brítez Moreira, J.R.; Alegre de Quintana, C. E.; Duarte Ovejero, N.N.; Mongelós Franco, J. Y.; Mussi Cataldi, C. E.; Batle Martínez, H. D.
- 28-38** Comparación de parámetros proximales entre aislados comerciales y *Arthrospira platensis* Gomont, especie cultivada en condiciones controladas en Paraguay
Prieto, R.; Lamas, D.

Florística

- 39-74** Diversidad florística en pastizales de la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Paraguay
Benítez, B.; Vera, M.; Vogt, C.; Pereira Sühsner, C.; Rivarola, A.

Micología

- 75-96** Funga del Parque Nacional Ybycuí: listado preliminar de especies de macrohongos y nuevas citas para el Paraguay
Campi, M.; Maubet, Y.; Cristaldo, E.; Mancuello, C.; Robledo, G.

Aprovechamiento de vinaza para producción de lípidos y biomasa microbiana mediante cultivo mixto de *Yarrowia lipolytica* (Wickerham, Kurtzman & Herman) van der Walt & von Arx y *Chlorella vulgaris* Beijerinck

Rojas, L.^{1,2*}; Gayozo, E.³; Sandoval-Espínola, W. J.⁴

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biotecnología, Laboratorio de Biotecnología Industrial, San Lorenzo, Paraguay

² Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Microbiología Industrial, San Lorenzo, Paraguay

³ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Laboratorio de Mutagénesis, Carcinogénesis y Teratogénesis Ambiental, San Lorenzo, Paraguay

⁴ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biotecnología, Laboratorio de Biotecnología Microbiana, San Lorenzo, Paraguay

* E-mail del autor: mlrojasaguade@gmail.com

Aprovechamiento de vinaza para producción de lípidos y biomasa microbiana mediante cultivo mixto de *Yarrowia lipolytica* (Wickerham, Kurtzman & Herman) van der Walt & von Arx y *Chlorella vulgaris* Beijerinck. Estudios recientes señalan los beneficios de los cultivos mixtos de microalgas y levaduras para obtener compuestos de interés industrial como el biodiesel. A fin de evaluar la producción de biomasa y lípidos se estudió el crecimiento de *Yarrowia lipolytica* y *Chlorella vulgaris* utilizando vinaza de caña dulce como sustrato evaluando tres proporciones de vinaza en agua destilada (75, 50 y 25% v/v) y cuatro proporciones de inóculo inicial de *Y. lipolytica* y *C. vulgaris* (100%, 98%, 95% y 0% de *Y. lipolytica* en células totales del inóculo). Se cultivaron en reactores aireados a 3 L.min⁻¹, pH 6,7, temperatura de 25 °C durante 240 horas, se realizaron curvas de crecimiento mediante recuento celular, y de biomasa mediante peso seco. Los lípidos fueron extraídos de la biomasa seca mediante el método de Blich y Dyer. Se determinó la productividad de biomasa y el porcentaje de lípidos en base a biomasa seca. Las mejores condiciones fueron un cultivo puro de *Y. lipolytica* con 50% de vinaza que alcanzó 20,92±12,39% de lípidos, productividad de biomasa de 54,58±4,49 mg.L⁻¹.d⁻¹; y un cultivo mixto con inóculo inicial de 98% *Y. lipolytica*, 25% de vinaza con una productividad de biomasa de 102,67±32,07 mg.L⁻¹.d⁻¹ con un porcentaje de lípidos de 7,06±1,76%. Aunque se observó en algunas ocasiones el efecto favorable del cultivo mixto entre estas especies, el monocultivo *Y. lipolytica* obtuvo mejores resultados en las variables evaluadas. Se logró cultivar cepas oleaginosas en un efluente diluido en agua sin agregado de fuente de carbono.

Palabras claves: Lípidos microbianos, microorganismos oleaginosos, cultivo mixto, biodiesel, vinaza

Use of vinasse for the production of microbial lipids and biomass by mixed cultures of *Yarrowia lipolytica* (Wickerham, Kurtzman & Herman) van der Walt & von Arx and *Chlorella vulgaris* Beijerinck. Recent studies have shown the benefits of mixed cultures between microalgae and yeasts to obtain compounds of industrial interest, such as biodiesel. In order to evaluate the production of biomass and lipids, the growth of *Yarrowia lipolytica* and *Chlorella vulgaris* using sugarcane vinasse as substrate was studied. Three different propor-

Rojas, L. et al. Aprovechamiento de vinaza para producción de lípidos y biomasa microbiana

tions of vinasse in distilled water (75, 50, and 25% in volume) were evaluated, and four initial inoculum proportions of *Y. lipolytica* and *C. vulgaris* (100%, 98%, 95% y 0% of *Y. lipolytica* of total cells inoculum). They were cultured in aerated reactors at a constant flow rate of 3 L.min⁻¹, pH 6.7, 25 °C for 240 hours, cell growth curves were made by direct cell counting under a microscope, and biomass curves by dry weight. Lipids were extracted from the dry biomass according to Bligh and Dyer's method. Dry biomass productivity and lipid percentage were determined. The best conditions were a pure culture of *Y. lipolytica* with 50% vinasse that reached 20.92±12.39% of lipids, and a biomass productivity of 54.58±4.49 mg.L⁻¹.d⁻¹; and a mixed culture with an initial inoculum of 98% *Y. lipolytica* and 25% vinasse, with biomass productivity of 102.67±32.07 mg.L⁻¹.d⁻¹ and a lipid percentage of 7.06 ± 1.76%. Although the favorable effect of a mixed culture among these species was observed under some conditions, the monoculture of *Y. lipolytica* provided better results in the evaluated conditions. It was possible to cultivate oleaginous strains in an effluent diluted in water without adding an organic carbon source.

Keywords: Single cell oil, oleaginous microorganism, mixed culture, biodiesel, vinasse

INTRODUCCIÓN

El incremento en la demanda energética de combustibles que se ha generado hace décadas ocasiona una problemática global por el agotamiento de las fuentes de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. A consecuencia de esto, en los últimos años fueron apareciendo varios sustitutos de combustibles fósiles y algunos de ellos inclusive fueron establecidos como fuentes alternativas de energía limpia (Marchetti *et al.*, 2007; Nautiyal *et al.*, 2014).

Los biocombustibles pueden clasificarse como de primera, segunda, tercera y cuarta generación: aquellos producidos a partir de materia prima de origen vegetal destinados al consumo humano, como azúcares comestibles y aceites, son denominados como de primera generación; los biocombustibles de segunda generación son obtenidos a partir de sustratos no empleados para la alimentación humana, como los residuos agrícolas y forestales, y aceites usados

(Cortés-Sánchez *et al.*, 2019). Los biocombustibles de tercera generación son aquellos que no compiten en la industria de alimentos por el uso del suelo, ni por la utilización de los cultivos con fines alimentarios debido a que generalmente provienen de organismos que pueden cultivarse en reactores fotoquímicos o en piletones al aire libre (Ramos *et al.*, 2016). Los biocombustibles de cuarta generación implican el uso de organismos genéticamente modificados capaces de disminuir el contenido de gases de efecto invernadero y al mismo tiempo generar una fuente de energía alternativa (Ramos *et al.*, 2016).

El biodiesel de tercera generación va cobrando protagonismo e importancia en las industrias gracias a los avances en la biotecnología. La obtención de lípidos aptos para la elaboración de biodiesel, y al mismo tiempo, de biomasa a partir de los microorganismos, son puntos de enfoque de varios estudios recientes orientados a conocer el potencial uso biotecnológico como fuente sustituta de combustible fósil (Nautiyal *et al.*, 2014).

Se han realizado numerosos estudios para mejorar la producción de lípidos microbianos apuntando a la obtención de biodiesel de tercera generación. Entre los microorganismos que demostraron mayores porcentajes de lípidos en base a biomasa seca, se encuentran las levaduras, como las del género *Rhodospiridium*, *Rhodotorula*, *Cryptococcus* y *Yarrowia* (Faife-Pérez *et al.*, 2012). También las microalgas fueron objetos de varios estudios, siendo *Chlorella vulgaris* una de las especies más prometedoras en la obtención de biocombustibles debido a su rápido crecimiento y producción de lípidos de 30 a 40% en peso seco bajo condiciones naturales (Cheirsilp *et al.*, 2011).

Se ha encontrado que la simbiosis entre microalgas y levaduras, es decir, la combinación de los cultivos en un mismo proceso, muestra ventajas significativas sobre los monocultivos de algas al presentar mayores rendimientos de productos de alto valor, como los lípidos, mayores tasa de crecimiento y concentración de biomasa, además de una mayor remoción de materia orgánica y nutrientes de efluentes, como consecuencia de la mayor concentración de dióxido de carbono disponible para la fotosíntesis de la microalga y la mayor disponibilidad de oxígeno para la levadura heterotrófica (Qin *et al.*, 2018; Cheirsilp *et al.*, 2011).

Los efluentes industriales pueden ser aprovechados por estos cultivos mixtos para la obtención de bioproductos de valor como los lípidos, presentando ventajas económicas y ambientales en la producción de biodiesel, mediante el desarrollo de nuevas fuentes de energía,

la protección de ambientes acuáticos y la reducción del efecto invernadero de origen antropogénico (Cheirsilp *et al.*, 2011).

Un efluente de interés para la utilización como sustrato en la producción de biocombustibles es la vinaza, que, a nivel nacional y regional, es uno de los mayores efluentes producidos, y es obtenido a partir de la destilación del alcohol procedente de la fermentación, principalmente, de subproductos del azúcar de caña (González *et al.*, 2018; Aquino, 2017; Valeiro y Portocarrero, 2017). La vinaza consiste en un líquido café oscuro, de pH ácido, rico en compuestos orgánicos como el glicerol, ácido láctico, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio (Brasil *et al.*, 2017; Santana *et al.*, 2017). Las cantidades de vinaza obtenidas año a año se incrementan por la demanda creciente de alcohol etílico, siendo el exceso de vinaza un problema para su disposición (González *et al.*, 2018). El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) proyectaba para el 2016 una producción de 215 millones de litros de etanol en el Paraguay (Aquino, 2017). Por cada litro de alcohol generado, se producen 13 litros de vinaza como efluente. En caso del alcohol de segunda generación a partir de bagazo y residuos de cosecha, la vinaza producida llega a 20 litros. El destino mayoritario de este residuo en la región es el fertirriego en zonas aledañas a las alcohólicas, por tanto, una mala disposición de este residuo podría cambiar la composición del suelo y tener un impacto ambiental negativo (Valeiro y Portocarrero, 2017).

En esta investigación se propuso eva-

Rojas, L. et al. Aprovechamiento de vinaza para producción de lípidos y biomasa microbiana

luar la utilización de diversas concentraciones de vinaza como sustrato para la producción de lípidos y biomasa microbiana a partir de cultivos mixtos de *Chlorella vulgaris* y *Yarrowia lipolytica*, para comprobar el aumento en el porcentaje de lípidos y en la productividad de biomasa debido al crecimiento en conjunto de estos microorganismos utilizando el efluente como única fuente de carbono, lo cual supondría el aprovechamiento de residuos industriales para obtener subproductos de interés y mejoraría la calidad de los efluentes de las destilerías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación y distribución experimental

El diseño empleado fue experimen-

tal, analítico de enfoque cuantitativo con arreglo factorial 4x3x3, en el que se evaluó el efecto de la concentración del sustrato (vinaza) en tres niveles de mezcla con agua estéril (25, 50 y 75 % sobre volumen del medio), y la proporción de cultivos de levadura: microalga, en cuatro niveles de acuerdo a sus concentraciones de inoculación en base al volumen del inóculo de cada cultivo (cultivo puro de *Y. lipolytica*, cultivo puro de *C. vulgaris*, y dos proporciones de mezclas de cultivos entre estos valores de 98% en células de *Y. lipolytica*, y 95% en células de *Y. lipolytica*), como variables independientes, sobre la cantidad de biomasa y lípidos producidos (variables dependientes) (Tabla 1). Todos los experimentos se realizaron en tres réplicas.

Tabla 1. Distribución de condiciones de experimentos

Dilución de vinaza (% volumen)	Dosificación de cultivos puros iniciales		Condición (C)
	<i>Yarrowia lipolytica</i> (1,3.10 ⁸ cel.mL ⁻¹)	<i>Chlorella vulgaris</i> (3,4.10 ⁶ cel.mL ⁻¹)	
75	0 mL	15 mL	C1
	5 mL	10 mL	C2
	10 mL	5 mL	C3
	15 mL	0 mL	C4
50	0 mL	15 mL	C5
	5 mL	10 mL	C6
	10 mL	5 mL	C7
	15 mL	0 mL	C8
25	0 mL	15 mL	C9
	5 mL	10 mL	C10
	10 mL	5 mL	C11
	15 mL	0 mL	C12

Conservación y mantenimiento de cepas

La cepa estándar de *Y. lipolytica* ATCC™ 9773™ fue adquirida de la empresa Microbiologics®, fue transferida a un medio agar YPD (Conda Lab S.A, España) (composición: glucosa 20 g.L⁻¹, extracto de levadura 10 g.L⁻¹, peptona 20 g.L⁻¹ y 15 g.L⁻¹ agar) y conservada en medio caldo YPD (Conda Lab S.A, España) (composición: glucosa 20 g.L⁻¹, extracto de levadura 10 g.L⁻¹ y peptona 20 g.L⁻¹) (Qin *et al.*, 2019).

La cepa de *C. vulgaris*, UTEX 265 fue donada por el Departamento de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN-UNA), fue conservada en medio Bristol modificado (Starr y Zeikus, 1993; Silveira-Font *et al.*, 2018), e incubada a 25 °C, controlando día a día su crecimiento (Qin *et al.*, 2016; Qin *et al.*, 2018).

Crecimiento de inóculos puros

La cepa de *Y. lipolytica* fue inoculada en medio caldo YPD, e incubada en un agitador orbital a 25 °C y 150 rpm durante 36 horas (Qin *et al.*, 2018).

La cepa de *C. vulgaris* fue cultivada en un fotobiorreactor de columna de vidrio conteniendo 500 mL de medio Bristol, fue cultivada a 25 °C e iluminada con una lámpara fluorescente de luz blanca (intensidad de la luz de 100 μmol fotones.m⁻².s⁻¹) y suplementada con aireación a un caudal de 3 L.h⁻¹ en el fondo del fotobiorreactor por diez días (Santana *et al.*, 2017; Qin *et al.*, 2018).

Los cultivos fueron centrifugados a 955 RCF por cinco minutos a 25 °C y se ajustó la concentración con agua destilada estéril para obtener inóculos de alta

densidad mediante el recuento celular en cámara Neubauer (Qin *et al.*, 2016; Qin *et al.*, 2018).

Preparación de la vinaza

La vinaza cruda de caña de azúcar fue obtenida de un ingenio azucarero orgánico de la ciudad de Arroyos y Esteros, Paraguay y transportada a temperatura ambiente al Laboratorio de Biotecnología Ambiental de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales para ser refrigerada hasta su uso. La vinaza cruda fue centrifugada a 4800 RCF durante diez minutos para remover los sólidos suspendidos. Para clarificar las soluciones de vinaza se añadió hidróxido de calcio en proporción de 3 g.L⁻¹, se mantuvo en reposo durante 40 minutos y luego se centrifugó a 4800 RCF por diez minutos. Se colectó el sobrenadante. Posteriormente todas las formulaciones fueron esterilizadas tres veces por autoclave a 121°C por 30 minutos con periodos de enfriamiento de seis horas para eliminar los microorganismos resistentes. Se diluyeron las formulaciones de vinaza mediante la adición de agua destilada estéril en las proporciones de 25%, 50% y 75% con respecto a volumen (Santana *et al.*, 2017).

Inoculación de cultivos

El pH de las soluciones de vinaza estéril fue ajustado a 6,7 ± 0,01 con solución de HCl 4 M bajo campana de flujo laminar antes de la adición de los inóculos. La concentración de los sustratos fue ajustada en los tres niveles estudiados (Tabla 1). Se llevó a cabo cada cultivo en fotobiorreactores de columna de vidrio de 1 L de capacidad, con 500

Rojas, L. et al. Aprovechamiento de vinaza para producción de lípidos y biomasa microbiana

mL de volumen de trabajo, incubadas a 25°C durante diez días, con 100 μmol de fotones. $\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ y aireadas a una tasa de 3 $\text{L}.\text{h}^{-1}$, cada experimento se llevó a cabo por triplicado (Qin *et al.*, 2018).

Construcción de curva de crecimiento

De cada experimento fueron recolectados 41 mL de cultivo a las 48, 96, 144, 192 y 240 horas. Un volumen de 1 mL de esa muestra fue utilizado para observación microscópica y conteo celular en cámara de Neubauer. El resto de la muestra, se centrifugó a 3820 RCF por cinco minutos y los sedimentos fueron empleados para la determinación de biomasa (método gravimétrico por peso seco a 60 °C) (Qin *et al.*, 2016; Qin *et al.*, 2018).

Extracción de lípidos

El volumen final remanente en el décimo día de crecimiento fue medido, y centrifugado a 3820 RCF por cinco minutos para recuperar la biomasa, realizándose el proceso de secado a 60 °C hasta peso constante. Los lípidos totales fueron medidos mediante extracción por solvente cloroformo:metanol:agua (2:2:1,8), por el método estandarizado de Bligh y Dyer adaptada a la cantidad de la muestra de biomasa (Bligh y Dyer, 2011) y asistida con disrupción física con mortero (Zeng *et al.*, 2018).

Cálculo de parámetros de biomasa y lípidos

Siguiendo lo señalado por Qin *et al.* (2016) la concentración y productividad de biomasa fue calculada con las siguientes ecuaciones:

Productividad de biomasa:

$$(\text{g}.\text{L}^{-1} \text{ día}^{-1} \text{ ó mg}.\text{L}^{-1} \text{ día}^{-1}) = \frac{\text{Bs}}{\text{V}.\text{t}}$$

Porcentaje de lípidos (%):

$$\frac{\text{Ls}}{\text{Bsl}} \times 100$$

Donde:

Bs es el peso de la biomasa seca obtenida por gravimetría hasta peso constante, V es el volumen de la muestra del que se extrajo la biomasa, t es el tiempo de cultivo en días. Ls es el peso del lípido extraído seco, Bsl es el peso de la biomasa de la cual se extrajo el lípido.

Análisis estadístico de datos

Los datos obtenidos en los experimentos, tanto la producción de lípidos, así como la obtención de biomasa fueron analizados mediante la prueba de Kruskal-Wallis (5% de nivel de significancia) para determinar diferencias entre los tratamientos realizados, y la prueba post-hoc de Conover (5% de nivel de significancia) para determinar diferencias entre las medias (Kruskal y Wallis, 1952; Conover, 1998).

Para los mismos se empleó el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2015). Los gráficos estadísticos se realizaron empleando los programas Excel (Microsoft Office, 2016) y PAST 4.03 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Construcción de curvas de crecimiento en cultivos mixtos y puros

Las curvas de crecimiento de cada especie (Figura 1 y Figura 2) para Y.

lipolytica y para *C. vulgaris* respectivamente. Puede observarse que para *Y. lipolytica* los conteos más elevados corresponden a cultivos puros en la mayoría de los tiempos evaluados (condiciones C4, C8 y C12). Sin embargo, a partir de las 192 horas los conteos celulares de los cultivos mixtos empiezan a elevarse, momento en el cual la concentración de microorganismos en los cultivos puros empieza a disminuir. Las condiciones C11 y C12 presentan un comportamiento diferente a las demás al exhibir picos positivos y negativos entre los tiempos 96 a 144 horas, sin embargo, su tendencia a partir de este momento se asemeja

a la de los cultivos mixtos en el caso de C11 que va acrecentándose, y monocultivos en el caso de C12, en descenso.

En el caso de *C. vulgaris* (Figura 2) las líneas de crecimiento se muestran más uniformes, incrementándose el número de células a partir de las 192 horas en todas las condiciones. Las condiciones más prometedoras son provenientes de cultivos mixtos, como en el caso de C11 y C10. Existe una propensión de crecimiento para *C. vulgaris* en cultivo puro (C1, C5 y C9), sin embargo, las pendientes de las curvas se observan ligeramente menores que sus contrapartes en cultivos mixtos.

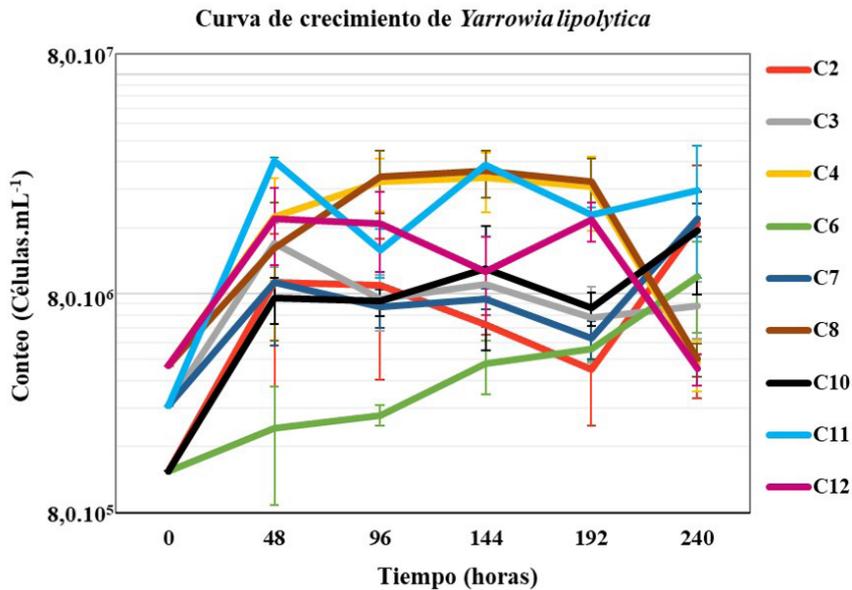


Figura 1. Curva de crecimiento de células de la *Yarrowia lipolytica* bajo diferentes condiciones de cultivo. Conteo celular realizado en cámara de Neubauer. Detalles de las condiciones en Tabla 1

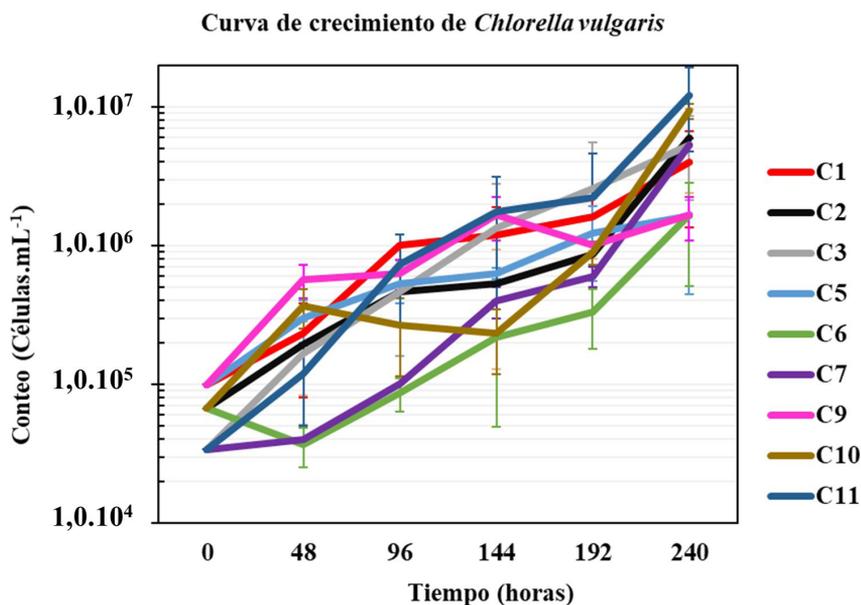


Figura 2. Curva de crecimiento de las células de la microalga *C. vulgaris* bajo diferentes condiciones de cultivo. Conteo celular realizado en cámara de Neubauer. Detalles de las condiciones en Tabla 1

Al evaluar todas las condiciones de cultivo respecto al peso seco a las 240 horas, tres de ellas fueron significativamente superiores al resto, específicamente las condiciones C11, C3 y C2, que presentaron concentraciones máximas de $1026,67 \pm 320,69 \text{ mg.L}^{-1}$, $815,00 \pm 649,12 \text{ mg.L}^{-1}$ y $717,50 \pm 262,71 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente (Tabla 2).

Entre las condiciones que presentaron menor concentración de biomasa se encuentran la C1, C5 y C9, con valores de $438,33 \pm 61,46 \text{ mg.L}^{-1}$, $155,83 \pm 38,43 \text{ mg.L}^{-1}$, y $212,50 \pm 52,20 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente. Estas corresponden a monocultivos de *C. vulgaris*, cuya tendencia se observó en todos los tiempos de muestreo.

Esto se debe probablemente a la menor concentración de células en el inó-

culo inicial, a la probable baja disponibilidad de nutrientes esenciales como las vitaminas y al estrés generado por el exceso de luz, condiciones que suelen prolongar una etapa de adaptación y ralentizar el crecimiento (Cheirsilp *et al.*, 2011; Ling *et al.*, 2014; Qin *et al.*, 2018).

La biomasa obtenida (peso seco) en las demás condiciones de cultivo evaluadas se mantuvieron en un rango intermedio entre las condiciones anteriormente mencionadas.

Es importante resaltar que en varios estudios se demostró el aumento de la producción de biomasa en los cultivos mixtos en comparación a sus contrapartes monocultivadas (Xue *et al.*, 2010; Cheirsilp *et al.*, 2011, 2012; Qin *et al.*, 2018, 2019). En estos cultivos se observaron efectos sinérgicos entre algas y

levaduras asociadas principalmente al balance O_2/CO_2 , intercambio de sustratos, oxígeno disuelto, ajuste de pH y la liberación de elementos traza. Además, la microalga recibe de parte de la levadura protección ante el exceso de luz, incrementando el contenido de pigmentos, o la sobre protección a causa del excesivo crecimiento de la levadura, lo que dificulta el paso de luz. Estas inte-

rrelaciones demuestran las ventajas de relación simbiótica alga-levadura (Qin *et al.*, 2016; Qin *et al.*, 2018; Zeng *et al.*, 2018; Qin *et al.*, 2019).

Las condiciones que aportaron cantidades diferencialmente mayores de biomasa (C11, C3 y C2), fueron seleccionadas para la producción de lípidos y su transesterificación.

Tabla 2. Datos de concentración de biomasa en peso seco ($mg.L^{-1}$) a lo largo del tiempo de acuerdo a las condiciones de estudio (media \pm desviación estándar)

Condiciones (C)	Tiempo de muestreo (horas)				
	48	96	144	192	240
C1	80,83 \pm	180,83 \pm	230,00 \pm	145,83 \pm	438,33 \pm
	30,55	32,15	27,04	57,79	61,46
C2	207,50 \pm	285,00 \pm	412,50 \pm	265,00 \pm	717,50 \pm
	40,93	54,14	19,53	2,50	262,71
C3	286,67 \pm	343,33 \pm	385,83 \pm	277,50 \pm	815,00 \pm
	34,67	86,07	68,98	108,77	649,12
C4	257,50 \pm	490,83 \pm	432,50 \pm	567,50 \pm	659,17 \pm
	124,32	104,89	69,06	84,30	101,68
C5	72,50 \pm	143,33 \pm	197,50 \pm	137,50 \pm	155,83 \pm
	22,50	10,41	10,90	165,13	38,43
C6	156,67 \pm	254,17 \pm	365,00 \pm	194,17 \pm	547,50 \pm
	24,66	27,88	60,67	49,33	46,84
C7	254,17 \pm	288,33 \pm	369,17 \pm	233,33 \pm	590,83 \pm
	17,56	10,10	20,21	10,10	117,80
C8	185,00 \pm	480,00 \pm	453,33 \pm	488,33 \pm	545,83 \pm
	133,06	127,74	119,30	146,21	44,88
C9	48,33 \pm	83,33 \pm	179,17 \pm	114,17 \pm	212,50 \pm
	8,04	22,68	20,97	111,17	52,20
C10	260,00 \pm	290,00 \pm	347,50 \pm	172,50 \pm	565,83 \pm
	32,50	110,76	29,47	146,61	92,24
C11	552,50 \pm	487,50 \pm	539,17 \pm	222,50 \pm	1026,67 \pm
	67,64	63,10	74,34	112,58	320,69
C12	390,00 \pm	360,00 \pm	276,67 \pm	360,00 \pm	487,50 \pm
	68,05	34,73	81,41	52,50	118,22

Selección de las mejores condiciones de cultivo

Las mayores concentraciones de biomasa se cosecharon a las 240 horas, por lo que los cálculos de porcentaje de lípidos en base a biomasa seca, y las productividades de biomasa y de lípidos se realizaron teniendo en cuenta este tiempo (Tabla 3).

Las diferentes condiciones de cultivo (proporción de vinaza y proporciones de microorganismos) no demostraron efectos sobre la concentración de lípidos ($P=0,0623$), lo cual se puede observar en la Figura 3. Sin embargo, sí se pudo registrar cambios significativos en las concentraciones de biomasa a consecuencia de las diferentes condiciones de cultivo evaluadas en esta investigación

($P=0,0182$).

Los tratamientos que presentaron una concentración de biomasa significativamente mayor ($P=0,0182$) fueron las condiciones C2, C3, C4, C6, C7, C8, C10 y C11, los cuales reportaron valores promedios de $717,50 \pm 262,71$ mg.L⁻¹, $815,00 \pm 649,12$ mg.L⁻¹, $659,17 \pm 101,68$ mg.L⁻¹, $547,50 \pm 46,84$ mg.L⁻¹, $590,83 \pm 117,80$ mg.L⁻¹, $545,83 \pm 44,88$ mg.L⁻¹, $565,83 \pm 92,24$ mg.L⁻¹ y $1026,67 \pm 320,69$ mg.L⁻¹ respectivamente. A su vez, los tratamientos que demostraron una menor producción de biomasa fueron las condiciones C1, C5, C9 y C12, con $438,33 \pm 61,46$ mg.L⁻¹, $155,83 \pm 38,43$ mg.L⁻¹, $212,50 \pm 52,20$ mg.L⁻¹, y $487,50 \pm 118,22$ mg.L⁻¹ respectivamente.

Tabla 3. Media y desviación estándar de la concentración de lípidos, concentración de biomasa, porcentaje de lípidos y productividad de biomasa calculados a las 240 horas

Condición	Lípidos (mg.L ⁻¹)	Biomasa (mg.L ⁻¹)	Porcentaje de lípidos (%)*	Productividad de biomasa (mg.L ⁻¹ .día ⁻¹)
1	59,17±23,09	438,33±61,46	13,50±5,27	43,83±6,15
2	60,00±38,49	717,50±262,71	8,36±5,36	71,75±26,27
3	66,67±1,44	815,00±649,12	8,18±0,18	81,50±64,91
4	96,67±27,88	659,17±101,68	14,66±4,23	65,92±10,17
5	8,33±1,44	155,83±38,43	5,35±0,93	15,58±3,84
6	84,17±11,55	547,50±46,84	15,37±2,11	54,75±4,68
7	68,33±11,27	590,83±117,80	11,57±1,91	59,08±11,78
8	114,17±67,65	545,83±44,88	20,92±12,39	54,58±4,49
9	40,83±16,65	212,50±52,20	19,22±7,83	21,25±5,22
10	58,33±31,46	565,83±92,24	10,31±5,56	56,58±9,22
11	72,50±18,03	1026,67±320,69	7,06±1,76	102,67±32,07
12	105,00±37,75	487,50±118,22	21,54±7,74	48,75±11,82

* Porcentaje en base a biomasa seca

También se encontraron cambios significativos en el porcentaje de lípidos específico, en base a biomasa seca obtenida, en las diferentes condiciones ($P=0,0200$), siendo las de mayor proporción las obtenidas en las condiciones C1, C4, C6, C8, C9 y C12, en las cuales se registraron porcentajes promedio de $13,50 \pm 5,27 \%$, $14,66 \pm 4,23 \%$, $15,37 \pm 2,11 \%$, $20,92 \pm 12,39 \%$, $19,22 \pm 7,83 \%$ y $21,54 \pm 7,74$ respectivamente. Las últimas tres condiciones mencionadas, C9 cultivo puro de *C. vulgaris*, C8 y C12 cultivos puros de *Y. lipolytica*, permitirían a los microorganismos clasificarse como oleaginosos al producir un contenido de al menos 20% de lípidos totales en base a biomasa seca (Beopoulos *et al.*, 2011).

La productividad de biomasa de las distintas condiciones sigue la tendencia de concentración de biomasa, es decir que está asociada al crecimiento. La proporción de vinaza empleada no ejerció una influencia sobre las concentraciones de lípidos, o biomasa, lo que puede observarse en la Figura 3, donde las condiciones en las que se utilizaron diferentes proporciones de vinaza, pero iguales proporciones de inóculos, no demostraron diferencias significativas entre sí.

Las condiciones de mejor concentración de lípidos fueron C8 y C12 ambos cultivos puros de *Y. lipolytica*, y las condiciones mejores para obtener biomasa fueron C11, C3 y C2, todos cultivos mixtos.

En el trabajo de Qin *et al.* (2018) en el que se cultivó el mismo consorcio de microorganismos en un efluente de digestión anaerobia, se consiguieron resultados de 1560 mg.L^{-1} de biomasa y

183 mg.L^{-1} de lípidos a las 48 horas mediante cultivos mixtos. Así también, Qin *et al.* (2019) obtuvieron una concentración de biomasa máxima de 5770 mg.L^{-1} y una productividad de $760 \text{ mg.L}^{-1}.\text{d}^{-1}$ de biomasa y 770 mg.L^{-1} de lípidos en sus cultivos mixtos de *Y. lipolytica* y *Chlorella pyrenoidosa* en un medio de cultivo sintético. Sin embargo, estos ensayos fueron mediante la adición de fuentes de carbono tradicionales.

Los efluentes derivados de destilados podrían presentar inhibidores de crecimiento para levaduras, como es el caso del furfural, si estos componentes estuvieran presentes, podrían explicar en parte el bajo desarrollo de *Y. lipolytica* en el medio estudiado (Ling *et al.*, 2013).

Además del furfural, se pueden citar inhibidores como vainillina, ácido fórmico y ácido acético, cuya acción en solitario hasta concentraciones de 0,5, 1,5, 2 y 5 g.L^{-1} , respectivamente, permiten una alta acumulación de biomasa de levadura. No obstante, los efectos sinérgicos entre estos compuestos podrían disminuir contundentemente las concentraciones mínimas inhibitorias que conducirían a reducciones significativas del crecimiento y la producción de lípidos (Zhao *et al.*, 2012). Al ser la vinaza un efluente complejo, se sugiere la investigación de estos componentes inhibitorios en futuros estudios.

A pesar de que los valores obtenidos son muchos menores que otras investigaciones que utilizan el consorcio microalga-levadura, en donde los rendimientos y productividades de biomasa y lípidos se observan superiores en comparación a los cultivos de una sola de las especies, debe considerarse que en este

Rojas, L. et al. Aprovechamiento de vinaza para producción de lípidos y biomasa microbiana

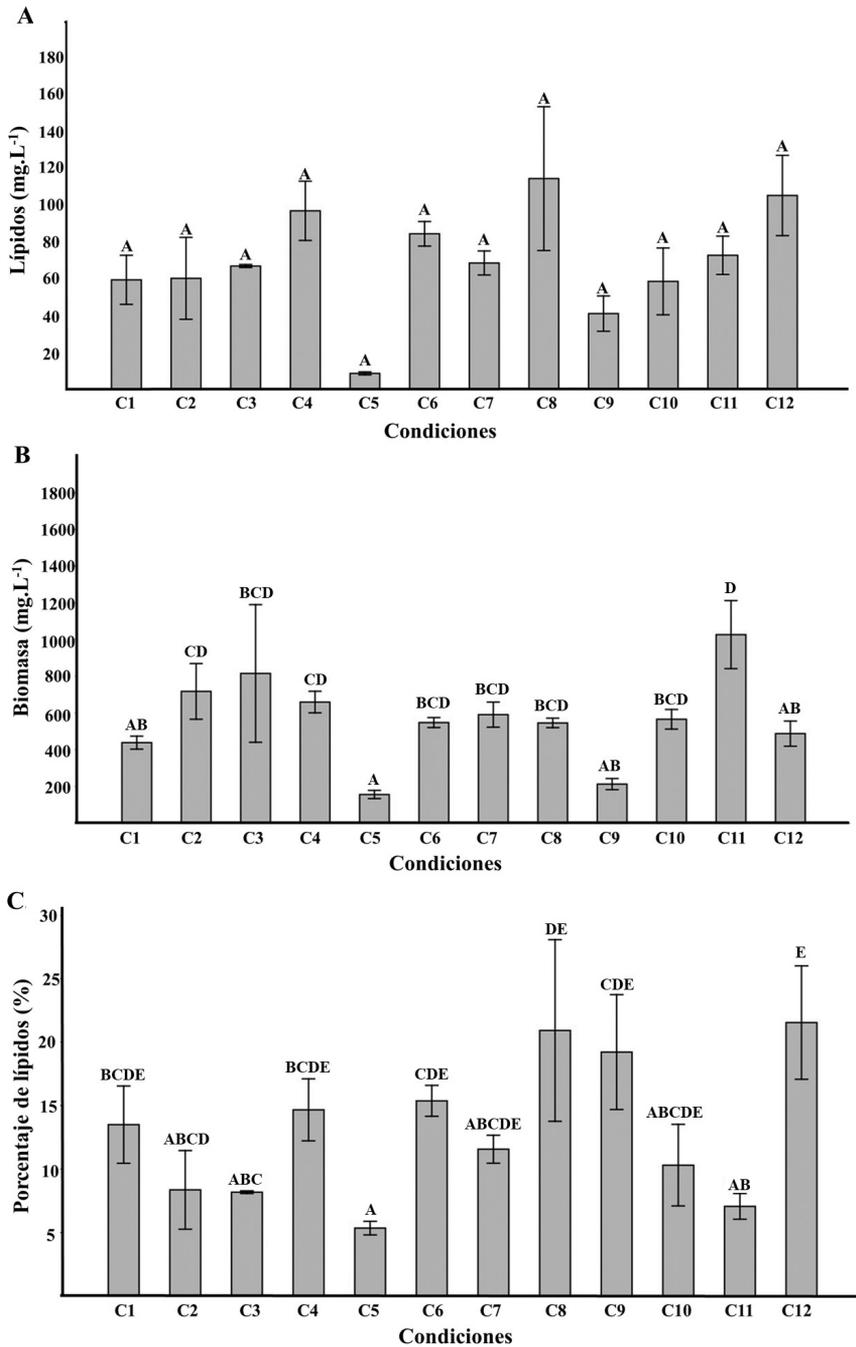


Figura 3. A) Promedio de concentración de lípidos. B) Concentración de biomasa. C) Porcentaje de lípidos en base a biomasa seca. Ajustado al test de Conover (1999), medias con una letra común no son significativamente diferentes entre sí ($P > 0,05$). Barras: error típico

estudio no se suplementó con ninguna fuente de carbono adicional. Es de resaltar que estas condiciones podrían ser optimizadas mediante el suplemento de fuentes de carbono provenientes de sustratos de bajo costo para conducir a los ensayos a mejores resultados, teniendo como base el comportamiento que se observó en esta investigación.

CONCLUSIONES

Los resultados hallados sugieren que las mejores condiciones para la obtención de una mayor concentración y productividad de biomasa a partir de la vinaza en las concentraciones empleadas fueron, C2, C3 y C11, todas estas de cultivos mixtos. Sin embargo, las condiciones que demostraron ser favorables para un mayor porcentaje de lípidos fueron C8, C9 y C12, estas condiciones a diferencia de las anteriores pertenecen a cultivos puros, siendo C8 y C12 cultivos de *Y. lipolytica* y C9 de *C. vulgaris*. También es importante destacar que no se observó una influencia en las variables evaluadas con las diferentes proporciones de vinaza estudiadas.

Si bien la concentración de lípidos y productividad de biomasa son bajos en comparación a otros estudios, en el presente trabajo se resalta la obtención de porcentajes de lípidos típicos de cepas oleaginosas utilizando como única fuente de carbono al efluente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aquino, A. (2017). Relatorio de Impacto ambiental (RIMA). Proyecto-Planta industrial de producción de alcohol

carburante y miel de caña de azúcar. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2018]. Disponible en: http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/07/RIMA-818.2017_PLANTA-INDUSTRIAL-DE-PRODUCCION-DE-ALCOHOL-CARBURANTE-Y-MIEL-DE-CA%-C3%91A-DE-AZUCAR_EXP.-SEAM-4579.17_PINDOYU-S.A.pdf

Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (2011). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*. <https://doi.org/10.1139/o59-099>

Brasil, B. S. A. F., Silva, F. C. P., & Siqueira, F. G. (2017). Microalgae biorefineries: The Brazilian scenario in perspective. *New Biotechnology*, 39, 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2016.04.007>

Cheirsilp, B., Kitcha, S., & Torpee, S. (2012). Co-culture of an oleaginous yeast *Rhodotorula glutinis* and a microalga *Chlorella vulgaris* for biomass and lipid production using pure and crude glycerol as a sole carbon source. *Annals of Microbiology*, 62(3), 987-993. <https://doi.org/10.1007/s13213-011-0338-y>

Cheirsilp, B., Suwannarat, W., & Niyomdech, R. (2011). Mixed culture of oleaginous yeast *Rhodotorula glutinis* and microalga *Chlorella vulgaris* for lipid production from industrial wastes and its use as biodiesel feedstock. *New Biotechnology*, 28(4), 362-368. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2011.01.004>

Conover, W. J. (1998). Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons.

Rojas, L. et al. Aprovechamiento de vinaza para producción de lípidos y biomasa microbiana

- Cortés-Sánchez, M. D., Gata-Montero, E. M., Pipió-Tertero, A., Rivas, Á. R., & Sánchez-Santos, J. M. (2019). Biocombustibles: tipos y estrategias de producción. *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*, (35), 1-6.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M. y C.W. Robledo. InfoStat versión (2015). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL: <http://www.infostat.com.ar>.
- Faife-Pérez, E., Otero-Rambla, M. A., & Alvarez-Delgado, A. (2012). Producción de biodiesel a partir de microorganismos oleaginosos. Una fuente de energía renovable. Parte I. Levaduras y bacterias. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 46(1), 22-32.
- González, J. A., Buedo, S. E., Prado, F. E., & Álvarez, S. (2018). Efecto de la vinaza sobre el crecimiento y productividad de la Soja (*Glycine max*) en condiciones semicontroladas. *Boletín de la Sociedad Argentina de botánica*, 53(4), 597-608.
- Hammer, O.; Harper, D.A.T. y P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1): 1-9.
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583-621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>
- Ling, J., Nip, S., Cheok, W. L., de Toledo, R. A., & Shim, H. (2014). Lipid production by a mixed culture of oleaginous yeast and microalga from distillery and domestic mixed wastewater. *Bioresource Technology*, 173, 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.09.047>
- Ling, J., Nip, S., & Shim, H. (2013). Enhancement of lipid productivity of *Rhodospiridium toruloides* in distillery wastewater by increasing cell density. *Bioresource Technology*, 146, 301-309. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.07.023>
- Marchetti, J. M., Miguel, V. U., & Errazu, A. F. (2007). Possible methods for biodiesel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(6), 1300-1311. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.08.006>
- Nautiyal, P., Subramanian, K. A., & Das-tidar, M. G. (2014). Production and characterization of biodiesel from algae. *Fuel Processing Technology*, 120, 79-88. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2013.12.003>
- Qin, L., Liu, L., Wang, Z., Chen, W., & Wei, D. (2019). The mixed culture of microalgae *Chlorella pyrenoidosa* and yeast *Yarrowia lipolytica* for microbial biomass production. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 42(9), 1409-1419. <https://doi.org/10.1007/s00449-019-02138-1>
- Qin, L., Wang, Z., Sun, Y., Shu, Q., Feng, P., Zhu, L., Xu, J., & Yuan, Z. (2016). Microalgae consortia cultivation in dairy wastewater to improve the potential of nutrient removal and biodiesel feedstock production. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(9), 8379-8387. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-6004-3>

- Qin, L., Wei, D., Wang, Z., & Alam, M. A. (2018). Advantage Assessment of Mixed Culture of *Chlorella vulgaris* and *Yarrowia lipolytica* for Treatment of Liquid Digestate of Yeast Industry and Cogeneration of Biofuel Feedstock. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 187(3), 856-869. <https://doi.org/10.1007/s12010-018-2854-8>
- Ramos, F. D.; Díaz, M. S., & Villar, M. A. (2016). Biocombustibles. *Ciencia Hoy*, 25(147), 69-73. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/25791>
- Santana, H., Cereijo, C. R., Teles, V. C., Nascimento, R. C., Fernandes, M. S., Brunale, P., Campanha, R. C., Soares, I. P., Silva, F. C. P., Sabaini, P. S., Siqueira, F. G., & Brasil, B. S. A. F. (2017). Microalgae cultivation in sugarcane vinasse: Selection, growth and biochemical characterization. *Bioresource Technology*, 228, 133-140. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.12.075>
- Silveira-Font, Y., Gómez-Luna, L., Kufundala-Wemba, M. D., Salazar-Hernández, D., & Ortega-Díaz, Y. (2018). Variación de la composición de pigmentos de *Chlorella vulgaris* Beijerinck, con la aplicación del campo magnético estático. *Revista Cubana de Química*, 30(1), 55-67.
- Starr, R. C., & Zeikus, J. A. (1993). UTEX—The Culture Collection of Algae at the University of Texas at Austin 1993 List of Cultures 1. *Journal of Phycology*, 29(s2), 1-106. <https://doi.org/10.1111/j.0022-3646.1993.00001.x>
- Valeiro, A. & Portocarrero, R. (2017). EEA INTA Famaillá. Gestión de las Vinazas Sucro-Alcoholeras en Brasil. INTA Ediciones. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2018] Disponible en: https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_gestion_vinazas_brasil.pdf
- Xue, F., Miao, J., Zhang, X., & Tan, T. (2010). A New Strategy for Lipid Production by Mix Cultivation of *Spirulina platensis* and *Rhodotorula glutinis*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 160(2), 498-503. <https://doi.org/10.1007/s12010-008-8376-z>
- Zeng, Y., Xie, T., Li, P., Jian, B., Li, X., Xie, Y., & Zhang, Y. (2018). Enhanced lipid production and nutrient utilization of food waste hydrolysate by mixed culture of oleaginous yeast *Rhodospiridium toruloides* and oleaginous microalgae *Chlorella vulgaris*. *Renewable Energy*, 126, 915-923. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.04.020>
- Zhao, X., Peng, F., Du, W., Liu, C., & Liu, D. (2012). Effects of some inhibitors on the growth and lipid accumulation of oleaginous yeast *Rhodospiridium toruloides* and preparation of biodiesel by enzymatic transesterification of the lipid. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 35(6), 993-1004. <https://doi.org/10.1007/s00449-012-0684-6>

Identificación de agentes causales de la contaminación microbiana durante la micropropagación de *Musa* spp.

Díaz Lezcano, M. I.^{1*}; Pereira Báez, K. D.²; Benítez Vera, S. G.²; Brites Moreira, J. R.²; Alegre, C. E.²; Duarte Ovejero, N. N.²; Mongelós Franco, J. Y.²; Mussi Cataldi, C. E.²; y Batte Martínez, H. D.²

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

²Facultad de Ciencias Agrarias, Maestría en Fitosanidad, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay

*E-mail del autor: maura.diaz@agr.una.py

Identificación de agentes causales de la contaminación microbiana durante la micropropagación de *Musa* spp. La investigación se realizó en el Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, con la finalidad de identificar los agentes causales de la contaminación microbiana durante la micropropagación del banano (*Musa* spp.). Se utilizaron 80 hijuelos de 30 - 40 cm de los cuales se extrajeron los ápices meristemáticos que fueron sembrados en medios MS (Murashige y Skoog, 1962) con el agregado de 1 g.L⁻¹ de carbón activado como antioxidante. El tratamiento de desinfección consistió en la inmersión en una solución de NaClO (10 %) durante cinco minutos. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con ochenta repeticiones, constituyendo cada ápice una unidad experimental. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de contaminación de explantes y agente causal. Para la identificación de los microorganismos fúngicos se utilizó el microscopio óptico, por su parte, las bacterias fueron repicadas en placas de Petri conteniendo el medio de rutina 523 de Kado y Heskett (1970), siendo incubadas a 25-30 °C en posición invertida durante tres días. Posteriormente, se realizó la técnica de tinción de Gram. Los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y las bacterias Gram negativas son los causantes de la contaminación, en la fase de establecimiento *in vitro*, de ápices meristemáticos de banana.

Palabras clave: bacterias, contaminación, cultivo *in vitro*, hongos, micropropagación

Identification of causal agents of microbial contamination during the micropropagation of *Musa* spp. The research was carried out in the Biology Laboratory of the Facultad de Ciencias Agrarias of the Universidad Nacional de Asunción, to identify the causal agents of microbial contamination during the micropropagation of banana (*Musa* spp.). Eighty shoots of 30-40 cm were used, from which the meristems were extracted and grown in MS culture media (Murashige and Skoog, 1962) with the addition of 1 g.L⁻¹ of activated carbon as antioxidant. The disinfection treatment consisted of immersion in a NaClO solution (10%) for five minutes. The experimental design used was completely randomized with eighty repetitions, each apex constituting an experimental unit. The variables evaluated were: percentage of survival, percentage of contamination of explants, and causal agent. For the identification of the fungal microorganisms the optical microscope was used. The bacteria were passaged into Petri dishes containing the routine medium 523 by Kado and Heskett (1970), and incubated at 25-30 °C in an inverted position during three days. Subsequently, the Gram staining technique was performed. The genera *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* and Gram negative bacteria were found to be the cause of contamination, in the *in vitro* establishment phase, of meristematic banana apices.

Keywords: bacteria, contamination, *in vitro* culture, fungi, micropropagation

INTRODUCCIÓN

La banana (*Musa spp.*) es la fruta más comercializada en todo el mundo en términos cuantitativos, además de las manzanas y los cítricos (FAO, 2016). En el periodo 2014-2016 la producción anual de banana a nivel mundial fue de 113 millones de toneladas (FAO, 2019), siendo los principales países productores China e India que conjuntamente representaron poco más de un tercio de la producción total en el periodo 2010-2016. Un segundo grupo de países productores, con participación en torno al 6% cada uno, son Filipinas, Ecuador, Brasil, Indonesia y Tanzania (Enciso, 2019).

Paraguay ha pasado de ser importador de banana a exportador, cambio que se dio a principios del presente siglo (Enciso, 2019). En este sentido, según el MAG (2015) en la zafra 2016-2017 la producción fue de 72,3 t, en una superficie de 7,3 ha teniendo un rendimiento de 9,2 t/ha. Entre los principales departamentos productores se encuentran Caaguazú, San Pedro, Caazapá y Cordillera.

La búsqueda de variedades resistentes a plagas y enfermedades ha sido una de las principales acometidas en la historia de los programas de mejoramiento del banano (FAO, 2004). Debido al escaso número de variedades locales y su reproducción asexual, el banano tiene una reducida reserva genética que lo hace vulnerable a plagas y enfermedades. Los cultivares son susceptibles a enfermedades como la Sigatoka negra (*Mycospharella fijiensis*), (*Ralstonia solanacearum*), y el Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum f. sp. cubense*) que ocasiona pérdidas en la producción de

frutas y afecta la disponibilidad de material vegetal de propagación sano en campo (Ancasi *et al.*, 2016).

El banano tradicionalmente se propaga en forma vegetativa por cormos, que son separados para sembrarlos y uno de los principales problemas que presenta propagarlos con este método es que la tasa de multiplicación es muy baja, pero aún más grave es el aumento de la población de insectos y otras plagas en la plantación. Por esta razón la propagación *in vitro* es una de las alternativas para la obtención de plantas sanas libres de patógenos, a diferencia del método tradicional que pueden traer problemas fitosanitarios (Sandoval *et al.*, 1991).

La propagación *in vitro* de *Musa spp.* generalmente se la realiza por meristemos apicales extraídos de los cormos, debido a que estos meristemos tienen un crecimiento longitudinal y también por su totipotencia. Los meristemos se establecen en un medio de cultivo adecuado donde puede crecer una nueva planta (Ortega *et al.*, 2010).

Por ello, resulta necesaria la investigación sobre los aspectos relacionados a los patógenos que afectan al establecimiento *in vitro* del banano con la finalidad de controlar la contaminación microbiana en el protocolo de micropropagación. El objetivo del trabajo fue la identificación de agentes causales de la contaminación microbiana durante en la micropropagación del banano (*Musa spp.*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Biología de la Facultad

de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción en San Lorenzo, Paraguay; durante los meses de abril y mayo del 2018.

El medio cultivo utilizado fue el de Murashige y Skoog (MS) suplementado con 15 g.L⁻¹ de sacarosa y gelificado con 4 g.L⁻¹ de ágar, además del agregado de 1 g.L⁻¹ de carbón activado, 50 mg.L⁻¹ de mioinositol y 10 ml.g⁻¹ de glicina, el pH del medio fue ajustado a 5,8 y posteriormente de autoclavado a 121 °C, 1 atm de presión durante 20 minutos. El mismo fue propuesto por Díaz Lezcano *et al.* (2016) para la micropropagación de *Musa* spp. variedad Nanicao.

Los materiales vegetales fueron adquiridos del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, ubicado en latitud y longitud 25° 21' 54.80" S y 57° 30' 8.77" O.

Se utilizaron 80 ápices provenientes de hijuelos de 30 - 40 cm de altura. Inmediatamente, se procedió a la remoción de las hojas del pseudotallo y los tejidos blancos de la base del cormo. Con ayuda del estereoscopio, los semicormos fueron sometidos a reducciones hasta obtener un cono aproximadamente de 1 cm, formado por el meristema central y un mínimo del tejido de rizoma para facilitar la manipulación.

En la cámara de flujo laminar los explantes fueron sometidos al protocolo de desinfección, propuesto por Mongelós Franco *et al.* (2020) que consistió en sumergir los explantes por 30 segundos en alcohol etílico al 70 %, posteriormente a hipoclorito de sodio al 10 % durante 5 minutos y finalmente sometidos a triple enjuague con agua destilada estéril.

Estos explantes fueron sembrados en tubos de vidrio (75 x 10 mm) en volúmenes de 2,5 ml de medio de cultivo y mantenidos en la sala de crecimiento a 25 °C, 70 % de humedad relativa, en condiciones de fotoperiodo 16:8 horas luz/oscuridad.

Los explantes se observaron a los 15 días posteriores a su inoculación en el medio de cultivo. Las variables medidas fueron porcentaje de sobrevivencia, contaminación y agente causal.

Porcentaje de sobrevivencia: se realizó mediante la observación del desarrollo de brotes, siendo considerados como tales si presentan un tamaño aproximado de 2 mm con una coloración blanca verdusca.

Porcentaje de contaminación y agente causal: se basó en la identificación visual del crecimiento micelial de los hongos o la apariencia lechosa de color blanquecino o amarillo, característico de las bacterias, pudiéndose manifestar ambos patógenos: dentro del medio de cultivo, alrededor del explante en contacto con el medio de cultivo o saliendo del meristemo del explante.

Para la identificación del patógeno con crecimiento micelial, se prepararon láminas de vidrio con micelio para ser observado bajo microscopio óptico.

Para identificar la colonia bacteriana, con ayuda de un ansa de laboratorio, previamente flameado, se retiró una gota de la colonia bacteriana y fue depositada en el borde de la placa de Petri esterilizada conteniendo el medio de rutina 523 de Kado y Heskett (1970) para realizar estrías equidistantes a 0,5 cm. Posteriormente, las placas fueron etiquetadas e incubadas en posición invertida a 25-

30 °C durante tres días. Finalmente, se realizó la técnica de tinción de Gram, observándose bajo microscopio óptico la coloración rojiza de las células bacterianas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 15 días de evaluación se registró 20,8% de sobrevivencia y 25,7% de contaminación microbiana atribuible a hongos y bacterias.

En ese contexto, uno de los problemas en la sobrevivencia fue relacionado con los efectos de toxicidad causados por la alta concentración del hipoclorito de sodio, seguido por la contaminación microbiana. En ese sentido, según Montano *et al.* (2004), la concentración de hipoclorito de sodio ideal, para desinfectar sumergiendo los explantes de banana durante 10 minutos es del 3 %.

Por su parte, Ramírez *et al.* (2014) registraron que con aplicación 2 % de hipoclorito de sodio, durante 15 minutos, se produce la mejor desinfección de los explantes de *Guadua angustifolia*, además de la mayor sobrevivencia. Diversos autores (Ancasi *et al.* (2014); Marulanda *et al.* (2005); Monzón (2005), etc.) mencionan que, en general, la concentración del hipoclorito de sodio a ser utilizada debe ser del 1 al 3 % para activar la diferenciación celular de los explantes y lograr una buena desinfección.

De lo antes mencionado, las concentraciones superiores al 3 % ocasionan daños fitotóxicos a los tejidos del explante, lo que se traduce en explantes muertos (Marulanda *et al.*, 2005). De acuerdo con varios autores (Abdelnour *et al.*, 2011; Borges *et al.*, 2004; Borges

et al., 2009; Del Ángel *et al.*, 2014), el hipoclorito de sodio es un producto recomendado normalmente para la desinfección *in vitro* de explantes, pero para algunas especies este compuesto puede ser tóxico.

Además, Del Ángel *et al.* (2014) han reportado que semillas esterilizadas con dicho compuesto, pueden retener suficientes cantidades del agente reactivo como para interferir con la germinación y que, aun lavando el tejido varias veces con agua no se elimina por completo, de esta manera, el cloro residual es absorbido por el tejido.

En ese contexto, el cloro residual afecta la permeabilidad celular de las células vegetales, impidiendo el adecuado desarrollo celular de las células meristemáticas y por lo tanto no genera la brotación del explante (Borges *et al.*, 2004).

Por otro lado, una de las dificultades para el establecimiento de cultivos *in vitro*, es la presencia de microorganismos contaminantes tanto endógenos como exógenos que afectan la viabilidad y el desarrollo de los explantes una vez que se han establecido *in vitro*, por lo tanto se requiere establecer protocolos que conlleven a minimizar o eliminar dichos microorganismos sin afectar la viabilidad de los explantes (Roca y Mroginski, 1991).

A este respecto, Pereira *et al.* (2003) mencionan que la contaminación fúngica en el cultivo *in vitro* de tejidos vegetales procede principalmente del ambiente, mientras que las bacterias generalmente acompañan al explante y son un indicador de una desinfección deficiente. Así mismo, estos autores afirman que la contaminación bacteriana es

más perjudicial, ya que no se detecta de forma temprana y los agentes contaminantes pueden ser transferidos durante los sub cultivos.

En este ensayo se identificó la presencia de los géneros *Aspergillus*, *Pe-*

nicillium y *Fusarium* como contaminantes en la etapa de establecimiento *in vitro* de explantes de banano (Figura 1).

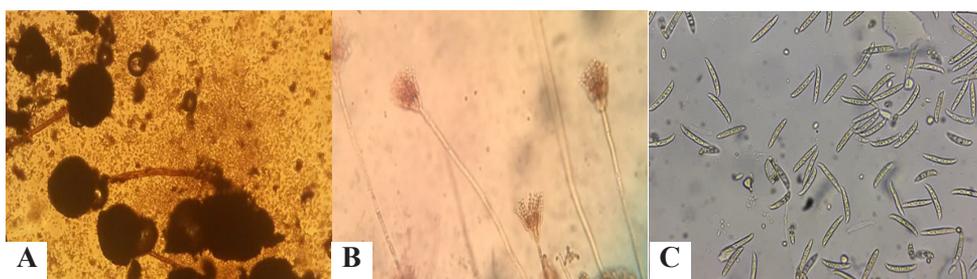


Figura 1. Contaminación fúngica durante el establecimiento *in vitro* de *Musa* spp. A) Conidióforo y conidios de *Aspergillus* spp. B) Conidióforo y conidios de *Penicillium* spp. C) Macro y micro conidios de *Fusarium* spp. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay. 2018

Alvarado (1998) y Hernan (1987) sostienen que como contaminantes *in vitro* de plantas se han aislado microorganismos fúngicos de los géneros *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Curvularia* y *Fusarium*.

García *et al.* (2015) registraron los porcentajes más altos de contaminación, al utilizar hipoclorito de sodio al 5 %, principalmente por la aparición de hongos. Asimismo, resultados similares fueron obtenidos por Arbeláez *et al.* (2016), quienes evaluaron diferentes protocolos de desinfección para el establecimiento *in vitro* de meristema apical de *Musa* spp., y constataron que la probabilidad de contaminación por hongos y bacterias es 8,65 veces mayor cuando se utiliza hipoclorito de sodio al 5 %, en contraste con la utilización de hipoclorito de sodio al 10 %.

En ese sentido, Sánchez *et al.* (2009)

mencionan que las soluciones de hipoclorito de sodio que contienen 5 % disponible de cloro, se descomponen rápidamente a 24 °C, por lo cual se pudieron presentar altos niveles de contaminación fúngica.

En el presente experimento se observaron finas películas de crecimiento bacteriano a partir del explante formando camino y rodeando el borde del frasco, con coloración blanquecina, haciéndose visible por la base del mismo (Figura 2).

Se comprobó que el crecimiento bacteriano pertenece a una bacteria Gram negativa, atendiendo que son las más abundantes en las plantas y en otros ambientes. En ese marco, Leifert *et al.* (1994) mencionan que las bacterias colonizan los espacios intercelulares y así escapan de la desinfección y manifiestan crecimiento en el medio de cultivo, en situaciones de estrés para el explante.

Díaz Lezcano, M.I. et al. Contaminación microbiana en la micropropagación de *Musa* spp.

En ese marco, la contaminación microbiana y la oxidación del tejido donador han sido los problemas más severos

que se han enfrentado en la micropropagación de plantas (Castro *et al.*, 1993).

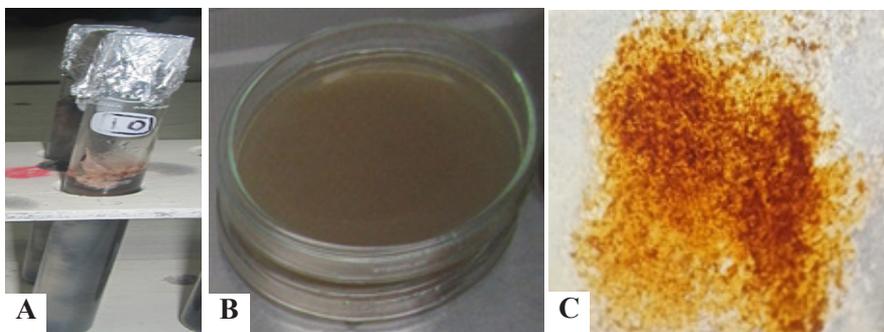


Figura 2. A) Crecimiento de bacterias en medio de cultivo *in vitro*; B) Aislado bacteriano, C) Tinción de Gram. FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay, 2018

CONCLUSIONES

Los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* y las bacterias Gram negativas son las causantes de la contaminación microbiana en la micropropagación de ápices meristemáticos de banano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdelnour, A.; Aguilar, M; Valverde, L. 2011. Micropropagación de Pilón (*Hieronyma alchorneoides*). *Agronomía Costarricense* 35(2): 9-19.

Alvarado, Y. (1998). Contaminación microbiana en el cultivo *in vitro* de plantas. En: J. N. Pérez, (ed.). Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Santa Clara. Cuba. 81–104 p.

Ancasi, R; Montero, J; Ferreira, N; Muñoz, I. (2014). Determinación un mejor medio de cultivo en la fase de establecimiento para la propagación *in vitro* de plátano (*Musa paradisica*

ca L.) (en línea). Consultado 14 may. 2018. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v7n2/v7n2_a08.pdf

Arbeláez A, LM; Montoya L, J; Saavedra R, SA. 2016. Evaluación de protocolos para el establecimiento y desinfección *in vitro* de meristemos de plátano *Musa* spp. *Vitae*. 23(1): 391-395.

Borges, M; Ros, C; Castellanos, C; Velásquez, R. (2004). Efecto de diferente métodos de desinfección en el establecimiento *in vitro* de *Guadua angustifolia* Kunth. *Biotecnología vegetal* 4(4): 237-242.

Borges, M; Estrada, E; Pérez, I; Meneeses, S. (2009). Uso de distintos tratamientos de desinfección en el cultivo *in vitro* de *Dioscorea alata* L. clon caraqueño. *Centro de estudios de biotecnología vegetal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma, Bayamo* (85): 100-111.

Castro, D; Jiménez, C; Ríos, D; Restrepo, A; Giraldo, C. (1993). Utilización

- de las técnicas de cultivo de tejidos vegetales *in vitro* para la propagación y conservación de germoplasma de cuatro especies vegetales en vías de extinción en el oriente antioqueño: Comino (*Aniba perutilis*), Abarco (*Cariniana pyriforme*) y Guayacán (*Tabebuia serratifoliar*). CONARE Del Ángel, O ; Gilber, A; Gómez, M; García, H. (2014). Desinfección y regeneración eficiente de chayote *in vitro* (*Sechium edule* Jacq.Sw.) (en línea). Consultado 23 may. 2018. Disponible en: http://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencia%20Agropecuarias%20T-II/Articulo_3.pdf
- Díaz Lezcano, M. I., Flor Benítez, B. A., Enciso Garay, C. R., y González Segnana, L. R. (2016). El carbón activado y las condiciones de oscuridad en la micropropagación de banana variedad Nanicão. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(2), 140–146. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.55618>
- Enciso, V. (2019). Producción y comercialización de banana. San Lorenzo, Paraguay. Disponible en http://www.agr.una.py/ecorural/ecorural_otras_publicaciones.php
- FAO. (2004). La economía mundial del banano 1985-2002. Disponible en <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s00.htm>
- FAO. (2016). Situación del mercado del banano 2015-2016. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i7410s.pdf>
- FAO. (2019). FAOSTAT. [Base de datos]. Disponible en [http://www.fao.org/faostat/es/Ministerio de Agricultura y Ganadería. \(2018\) Síntesis estadísticas producción agropecuaria](http://www.fao.org/faostat/es/Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018) Síntesis estadísticas producción agropecuaria)
- año agrícola 2000/2018. Disponible en http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%20Estadisticas%202017_2018%20_pdf%20OV.pdf
- García Lozano, D., Ocampo Guerrero, M., Mesa López, N. (2015). Estandarización del protocolo de desinfección para la micropropagación de *Aspidosperma polyneuron*. *Revista Colombiana de Biotecnología* 17, no. 2 (julio 1, 2015): 76-84. Accedido mayo 5, 2021. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/articulo/view/54277>.
- Herman, E. B. (1987). Toward control of micropropagation contamination. *Agricell Report*. vol. 9, p.33-35.
- Kado, C; Heskett, M. (1970). Selective media for Isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, and *Xanthomonas*. *Phytopath* 60:969-976.
- Leifert C; Morris, C; Waites, W. 1994. Ecology of microbial saprophytes and pathogens in tissue culture and field grown plant: reason for contamination *in vitro*. *Plant Sciences* 13: 139 -181.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY). (2015). Potencial agroindustrial de los rubros mango, mbrurukujá, banana y piña (en línea). MAG/DGP. 28 p. Consultado 29 abr. 2018. Disponible en: <http://www.mag.gov.py/dgp/UEA%20DGP%20MAG/POTENCIAL%20AGROINDUSTRIAL%20DEL%20MANGO,%20MBURUKUA,%20BANANA%20Y%20PINHA%200515.pdf>
- Marulanda, M; Gutiérrez, L; Uribe, M; Márquez, M. (2005). Micropropagación de *Guadua angustifolia* (en

Díaz Lezcano, M.I. et al. Contaminación microbiana en la micropropagación de *Musa* spp.

- línea). *Biotecnología vegetal* (6)2. Consultado 15 may. 2018. Disponible en: http://revista.ibp.co.cu/component/docman/doc_download/192
- Mongelós Franco, Y., Mussi Cataldi, C. E., Duarte Ovejero, N. N., & Díaz Lezcano, M. I. (2020). Protocolo de desinfección para establecimiento *in vitro* de meristema apical de banano *Musa* spp. *CEDAMAZ*, 10(2), 47–50. Recuperado a partir de <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/815>
- Montano, N; Reynaldo, D; López, J; Torres, M; Otero, E; Gutiérrez, V; Martínez, M. (2004). Nueva metodología para la implantación *in vitro* del plátano y el banano en biofábricas. *Plants Physiol* 2:2-8.
- Monzón, JD. (2005). Propagación *in vitro* de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) por medio de la multiplicación de ápices de brote. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Murashige, T; Skoog, FA. (1962). Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum* 15(3): 473–497.
- Ortega, N; Korvena, S; Ruiz, O; Santos, E; Peralta, E. (2010). Obtención de multimeristemas y callos de diferentes variedades de Banano y Platano *Musa acuminata* a partir de Meristemas apicales y Scalps. *Revista Tecnológica ESPOL*.23(1):1-4.
- Pereira, JES; Mattos, ML; Fortes, GR. (2003). Identificação e controle com antibióticos de bactérias endofíticas contaminantes em explantes de batata micropropagados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 38(7): 827-834.
- Ramírez, L; Granados, J; Carreño, N. (2014). Evaluación del efecto de tratamientos de desinfección con hipoclorito de sodio sobre segmentos nodales de *Guadua angustifolia* Kunth para el establecimiento del cultivo *in vitro* (en línea). Consultado 21 may. 2018. Disponible en: <http://oaji.net/articles/2017/5565-1508729847.pdf>
- Roca, W; Mroginski, A. (1991). Capítulo 22: Micropropagación de Plátanos y Bananos. Cultivo de Tejidos en la Agricultura. Fundamentos y Aplicaciones. CIAT Centro Internacional de Agricultura Tropical. CR.
- Sánchez, F; Taketoshi, A; Arroniz, S; Gómez, A; Gómez, L. (2009). Comparación de la acción bactericida de hipoclorito de sodio y Microcyn 60 (en línea). Consultado 23 may. 2018. Disponible en: <http://www.mediagraphic.com/pdfs/odon/uo-2009/uo091b.pdf>
- Sandoval J, Brenes G, Pérez Sánchez L. (1991). Micropropagación de Plátano y Banano (*Musa* AAB, AAA) en el CATIE. Serie técnica, Informe técnico CATIE N° 186. Turrialba (Costa Rica). p. 2.

Comparación de parámetros proximales entre aislados comerciales y *Arthrospira platensis* Gomont, especie cultivada en condiciones controladas en Paraguay

Prieto, R.^{1*} ; Lamas, D.^{2,3} 

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biotecnología, San Lorenzo, Paraguay

²Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, INIDEP. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina

³Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), CONICET- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina

*E-mail del autor: prietorebe@gmail.com

Comparación de parámetros proximales entre aislados comerciales y *Arthrospira platensis* Gomont, especie cultivada en condiciones controladas en Paraguay. En la actualidad, las microalgas han ganado un gran interés, ya que son fuente de importantes sustancias naturales y producen biomateriales que presentan diversas aplicaciones industriales. Se han analizado los parámetros proximales de tres aislados de especies del género *Arthrospira*, de diferentes orígenes geográficos, de las cuales dos de ellas fueron de origen Chileno y Argentino, el tercer aislado se obtuvo del cultivo en condiciones controladas de la *Arthrospira platensis* nativa del Paraguay, en un fotobiorreactor tipo batch con medio Zarrouk en condiciones de 24 horas luz, 0,45 vvm e intensidad lumínica de 12.500 lm durante 75 días, que generó un rendimiento de 5,82 gramos de biomasa por litro de cultivo. Las determinaciones realizadas para evaluar la composición proximal de los tres aislados fueron humedad, cenizas, proteínas y grasas totales. Para la cepa de *Arthrospira platensis* nativa paraguaya se obtuvieron los valores de porcentaje de proteína de 67,40%, grasas totales 5,69%, humedad 20,02% y cenizas de 9,11 %. Estos resultados de los parámetros analizados dan indicio de que esta microalga podría ser utilizada como suplemento alimenticio o complemento nutricional.

Palabras clave: *Arthrospira platensis*, cultivo, caracterización proximal

Comparison of proximal parameters between commercial isolated and *Arthrospira platensis* Gomont, a specie cultivated under controlled conditions in Paraguay. At present, microalgae have become the object of great interest, since they are a source of important natural substances and produce biomaterials that present various industrial applications. The proximal parameters of three isolated species of the genus *Arthrospira* of different geographical origins were analyzed, out of which two were of Chilean and Argentine origin; the third isolate was obtained from the cultivation under controlled conditions of the *Arthrospira platensis* native of Paraguay, in a batch-type photobioreactor with Zarrouk medium under 24-hour light conditions, 0.45 vvm and luminous Intensity of 12,500 lm for 75 days, which generated a yield of 5.82 grams of biomass per liter of culture. Determinations made to evaluate the proximal composition of the three isolated were moisture, ash, proteins and total fats. For the strain of *Arthrospira platensis* native to Paraguay, the value of the percentage of protein obtained was about 67.40%, total fats 5.69%, humidity 20.02% and ash 9.11%. These results of the parameters analyzed suggests that this microalga could be used as a nutritional supplement.

Keywords: *Arthrospira platensis*, cultivation, proximal characterization

INTRODUCCIÓN

Las microalgas conforman un alimento conocido y usado por los seres humanos hace siglos. Su consumo diario es recomendado desde ya hace algunos años por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Últimamente han adquirido un creciente interés comercial, debido a que tienen la capacidad de producir varios compuestos nutraceuticos que facilitan la prevención de diferentes patologías o alteraciones de la salud, por lo cual las microalgas son una ejemplificación de los denominados superalimentos (Wollina *et al.*, 2018). Las especies del género *Arthrospira* son organismos procariotas fotosintéticos con morfología filamentosa que pertenecen al filo Cyanobacteria y poseen un valor comercial excepcional en la industria alimentaria por su alto valor nutricional (Soni *et al.*, 2017).

Tienen una gran capacidad de almacenar nutrientes, su contenido de proteínas es de aproximadamente el 65%, 5% de lípidos, 7% de minerales, 12% de carbohidratos y 8% de vitaminas (Gutiérrez *et al.*, 2017), y también poseen poderosos compuestos antioxidantes (Wollina *et al.*, 2018). Las proteínas que forman parte de la estructura de la *Arthrospira* tienen el poder de eliminar radicales libres, se ha demostrado que el extracto de estas proteínas es efectivo en la inhibición del crecimiento de células cancerígenas y evita la migración de las mismas, inhibiendo la metástasis (Marková *et al.*, 2020). También, esta especie es muy rica en vitaminas, minerales,

β -caroteno y ácidos grasos esenciales (Capelli *et al.*, 2010). Su adición como suplemento de muchos productos como ingrediente funcional ayuda a generar un producto de adecuada calidad nutricional, favoreciendo a los parámetros estándar del producto (Torres *et al.*, 2014).

Otro aspecto no menos importante que la caracteriza, es que actualmente es cultivada industrialmente en varios lugares del mundo debido a su capacidad de reproducción, ya que la *Arthrospira* se divide en dos cada siete horas, y en condiciones ideales podría generar hasta 15.000 kg/ha anuales de biomasa seca, y con la aplicación de tecnología apropiada los rendimientos pueden mejorar (Camacho, 2017), también las sales que se utilizan como medio para poder cultivarlas en condiciones de laboratorio, pueden ser reemplazadas por sales grado comercial y así disminuir los costos del cultivo, reemplazandolas por sales como la urea, bicarbonato de sodio y sal marina cruda, y tener un buen rendimiento en la generación de biomasa (Madkour *et al.*, 2012).

En este trabajo se realizó la caracterización de parámetros proximales de aislados de especies del género *Arthrospira* de tres orígenes geográficos diferentes, de los cuales inicialmente la *Arthrospira platensis* fue aislada por Villalba *et al* (2018) de la región del Chaco Paraguayo, y para la obtención del aislado de la misma fue cultivada en condiciones controladas, en cuanto a los aislados de *Arthrospira* sp. de origen argentino y chileno fueron de grado comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislados de estudio

Para realizar este trabajo se utilizaron tres aislados de especies del género *Arthrospira* de orígenes geográficos diferentes. Un aislado de *Arthrospira* de origen argentino de grado comercial, y otro aislado de origen chileno donado por el INIDEP (Instituto Nacional de Desarrollo Pesquero) de Mar del Plata-Argentina. Ambos aislados se encontraban liofilizados al momento de su utilización para la determinación de los parámetros proximales.

La *Arthrospira platensis* Gomont (Figura 1) del Paraguay fue aislada del Chaco paraguayo e identificada molecularmente por Villalba *et al.* (2018), la cual fue posteriormente donada a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción.



Figura 1. *Arthrospira platensis* nativa del Paraguay

Cultivo de *Arthrospira platensis*

La *Arthrospira platensis* de origen paraguaya, fue cultivada en el laboratorio de biotecnología ambiental de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción. La condición de cultivo fue con un fotoperiodo de 24 horas luz a una temperatura de $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, con un pH 9 en medio de cultivo Zarrouk (Zarrouk, 1966) (Tabla 1 y 2), la cual fue cosechada centrifugando el medio de cultivo a 7000 rpm durante 5 minutos.

Tabla 1. Componentes del medio Zarrouk para 1 L

Nombre	Contenido (g/L)
NaHCO ₃	16,8
K ₂ HPO ₄	0,5
NaNO ₃	2,5
K ₂ SO ₄	1
NaCl	1
MgSO ₄	0,2
CaCl ₂	0,04
FeSO ₄	0,01
EDTA	0,08
Solución A5	1mL

Tabla 2. Componentes de la solución A5

Nombre	Contenido (g/L)
H ₃ BO ₃	2,86
MnCl ₂ .4H ₂ O	1,81
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	0,22
Na ₂ MoO ₄ . 2H ₂ O	0,39
CuSO ₂ . 5H ₂ O	0,08

Al fotobiorreactor utilizado para el cultivo de la *Arthrospira platensis* (Figura 2) se le suministró una aireación constante de 0,45 vvm, previamente filtrada con nylon de membrana de 0,22 µm con un volumen de 13 litros de cultivo, con iluminación de 12500 lm, y tiempo de cultivo de 75 días.



Figura 2. Fotobiorreactores utilizados para el cultivo de *Arthrospira platensis*

Prieto, R.; Lamas, D. Comparación de parámetros proximales entre *Arthrospira platensis* Gomont y aislados comerciales

Análisis proximal

Para la caracterización proximal se utilizó 1 g en peso seco de cada uno de los aislados. Todas las determinaciones fueron realizadas al mismo tiempo y en las mismas condiciones para los tres aislados. La humedad se cuantificó mediante desecación en estufa a temperatura de 105°C hasta peso constante (AOAC, 952.08; 1990) y también las cenizas se determinaron por calcinación en mufla a 550 °C de temperatura, hasta la obtención de cenizas blancas y peso constante (AOAC, 938.08; 1990). Las proteínas se determinaron por el método Kjeldahl usando el factor de conversión 6,25 (AOAC, 24.027; 1984). Se realizó la determinación de grasas por el método de Randall (AOAC, 1990) y los lípidos fueron extraídos y cuantificados por el método de Bligh y Dyer (1959) con modificaciones.

Determinación de proteínas totales

Para la determinación de proteínas totales se empleó el método Kjeldahl usando el factor de conversión 6,25 según la técnica de la AOAC, 24.027 (1984) que se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado en presencia de un catalizador metálico a una temperatura de digestión de 400°C. Para la digestión se utilizó 1 g de biomasa seca de cada uno de los aislados, que fueron colocados en un tubo de digestión con 4 g de catalizador en una proporción de 1:10 sulfato de potasio y sulfato cúprico con 10 mL de ácido sulfúrico concentrado, que posteriormente fue conectado al digestor con los tiempos de 30 minutos a 150°C luego otros 30 minutos a 205°C y por últi-

mo 60 minutos a 420°C. Los productos de la digestión fueron neutralizados con 80 mL de NaOH al 30% hasta el viraje a marrón oscuro, posteriormente se destiló la muestra con 40 mL de ácido bórico al 4% y 5 gotas de fenolftaleína como indicador, durante 4 horas y 30 minutos hasta el viraje a un color celeste pálido.

Luego fueron valorados con HCl al 0,1 N hasta un viraje de color violeta pálido y se anotó los mililitros de HCl consumidos para determinar el porcentaje de proteínas presentes en cada muestra analizada.

Para la determinación el porcentaje de las proteínas totales se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% N: \frac{(V \text{ HCl} - V \text{ blanco}) \times N \text{ HCl} \times 0.014 \times 100}{\text{Peso muestra (gramos)}} \quad (1^*)$$

% Proteína: % N x factor de conversión.

Factor: 6.25: para carne, pescado, huevo, leguminosas y proteínas en general
V HCl: Volumen de HCL consumido en la valoración por la muestra
V blanco: Volumen de HCL consumido en la valoración por el blanco
N HCl: Normalidad de la solución de HCl

(1*): (AOAC, 24.027; 1984)

Determinación de lípidos totales

La determinación de lípidos totales presentes se realizó por medio de la metodología de Bligh y Dyer (1959) con ligeras modificaciones. Se utilizó 1 g de biomasa de los aislados, con una humedad de aproximadamente 80%, se agregaron 16 mL de agua destilada y se modificó la técnica agregando 0,5 gramos de NaCl, posteriormente fue homogeneizada por unos 30 segundos, luego se agregaron unos 40 mL de metanol y 20 mL de cloroformo y nuevamente se

homogeneizó por 1 minutos. Luego de este procedimiento se agregaron 20 mL de cloroformo y se homogeneizó durante unos 30 segundos, se agregaron 20 mL de agua destilada y nuevamente se homogeneizó por unos 30 segundos, luego toda la muestra fue centrifugada a 2500 rpm por 20 minutos a 5 °C en donde se formaron dos fases, se tomó la fase inferior, que corresponde a la fase clorofórmica, y se colocó en un balón de fondo plano que previamente fue secado y pesado. El cloroformo se evaporó en un evaporador rotatorio a una temperatura constante de 60 °C durante dos horas, la cantidad de lípidos se obtuvo por diferencia de peso.

Para la determinación del porcentaje de lípidos totales se utilizó la siguiente formula:

$$A \text{ (g/100g)} = \frac{VT \times P 2}{Va \times P 1} \quad \text{Bligh y Dyer (1959)}$$

A: Concentración en g/100g (%) de lípidos

P 1: Peso de la muestra

P 2: Peso de la grasa seca obtenida

V T: Volumen total de cloroformo

V a: Volumen de la fase clorofórmica

Determinación de Humedad

Para la determinación de la humedad (AOAC, 952.08; 1990), la biomasa empleada de 1 g, fue colocada en una placa de petri de vidrio previamente secada y pesada, la muestra se mantuvo en estufa durante 24 horas a 100 °C ± 5 °C hasta obtener un peso constante.

Para la determinación del porcentaje de humedad se utilizó la siguiente formula:

$$H \% = \frac{m - m_1}{m} \times 100 \quad (\text{AOAC, 952.08; 1990})$$

$$ST\% = 100 - H$$

H: humedad %

m: masa de la muestra inicial (g)

m1: masa de la muestra seca o residuo (g)

ST: sólidos totales (incluidas las grasas) en %

Determinación de Cenizas

Para la determinación de cenizas totales (AOAC, 938.08; 1990), se empleó 1 g de biomasa que se colocó en crisoles de porcelana previamente pesada. Los crisoles fueron colocados sobre mechero hasta carbonizar las muestras, luego se llevó a mufla 500 °C ± 50 °C por seis horas. Una vez transcurrido este tiempo, se pesaron los crisoles y por diferencia de peso se obtuvo la cantidad de cenizas presentes en cada muestra.

Para la determinación el porcentaje de humedad se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{PC - P}{m} \times 100 \quad (\text{AOAC, 938.08; 1990})$$

P: Peso del crisol

m: Peso de la muestra

PC: Peso del crisol más las cenizas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cosecha de biomasa de *Arthrospira platensis*

La biomasa generada (Figura 3) luego de 75 días de cultivo con luz continua arrojó un rendimiento de 5,82 g/L. La tasa de crecimiento y la productividad de la biomasa en las microalgas verdes difieren en el modo de reproducción si son expuestas a diferentes fotoperiodos, aumentando la producción de biomasa

Prieto, R.; Lamas, D. Comparación de parámetros proximales entre *Arthrospira platensis* Gomont y aislados comerciales

cuando se las exponen a más horas de luz (Krzemińska *et al.*, 2013). De acuerdo con el reporte de Álvarez (2018) en donde el cultivo de *Arthrospira platensis* se ha expuesto a variaciones de fotoperiodo, el rendimiento máximo se obtuvo con luz continua, entonces se podría afirmar que existe una relación entre la cantidad de horas de exposición a la luz y la tasa de crecimiento de *Arthrospira platensis* con luz continua. Jacob López *et al.* (2009) evaluaron el crecimiento de la cianobacteria *Aphanothece microscopica* a diferentes períodos de luz y bajo luz continua, y constataron que existe una reducción en la producción de biomasa en paralelo con la reducción de los períodos de luz, de forma similar a lo registrado para la *Arthrospira platensis* estudiada por Álvarez (2018).

Para otras microalgas como *Chlorella vulgaris* se puede obtener una máxima producción de biomasa aumentando las horas de luz en el fotoperiodo (Ruiz, 2014), en cambio para *Scenedesmus acutus* el aumento de las horas de luz en el fotoperiodo inhibe su crecimiento (Valle y Tirado, 2018).

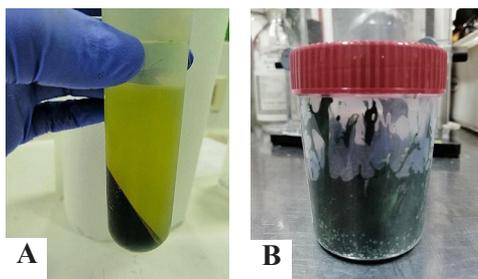


Figura 3. A) Biomasa de *Arthrospira platensis* luego de la centrifugación del medio de cultivo. B) Biomasa de *Arthrospira platensis* cosechada

Análisis proximal

Los valores obtenidos en los aislados en estudio mediante el análisis proximal se pueden observar en la tabla 3.

Tabla 3. Composición proximal de aislados de *Arthrospira*

	<i>Arthrospira platensis</i>	<i>Arthrospira</i> sp. cepa Argentina	<i>Arthrospira</i> sp. cepa Chilena
Proteínas totales	67,40	63,55	73,69
Grasas totales	5,69	3,11	6,85
Humedad	20,02	9,11	6,37
Cenizas	9,11	7,43	6,31

Los valores de la tabla están expresados en porcentajes

Proteínas totales

El porcentaje de proteínas totales obtenido se encontró en el rango de 63-74%. Este valor, es considerado significativo, ya que en promedio los alimentos de origen vegetal considerados como buenas fuentes proteicas contienen alrededor del 35% de proteínas (Becker, 2007). Además, estos datos son concordantes con reportes previos de otras cepas de la *Arthrospira* sp. (Molino *et al.*, 2018; Duongbia *et al.*, 2019). Molino *et al.*, (2018) reportaron un valor del 46,76% para un aislado de *Arthrospira* comercial de origen italiano. Las diferencias obtenidas pueden deberse a las condiciones de cultivo, al fotoperiodo empleado durante su cultivo (Peixoto *et*

al., 2020) y también a que las condiciones de crecimiento y al origen geográfico de cada cepa, que si bien pertenecen al mismo género, exhiben diferencias relevantes en la composición nutricional (Parra *et al.*, 2019).

Para *Arthrospira* sp. existe una relación directamente proporcional en el aumento de la fase lumínica en relación al rendimiento del cultivo y la cantidad de proteínas (Pedro, 2015). Las proteínas totales de *Arthrospira platensis* se cuantificaron en un 67,40 %. Este valor mostró una diferencia respecto a los datos reportado por Villalba *et al.* (2018) para la misma cepa que obtuvo un 58,6%. Esta diferencia podría deberse principalmente a las condiciones de cultivo, ya que Villalba *et al.* (2018) empleó condiciones disímiles, a saber 12 horas luz y 12 horas oscuridad con el medio de cultivo Schlösser (1982) con aireación de 0,025 vvm y luz artificial fluorescente de 5600 lúmenes a 26° C, durante 90 días. Además, la cantidad de sales disponible en los diferentes medios de cultivos utilizados y el fotoperiodo al que fueron expuestas pudo contribuir a esta divergencia (Peixoto *et al.*, 2020). Las proteínas son muy importantes en la composición química de las microalgas ya que están involucradas en el crecimiento, la reparación y el mantenimiento de las células (Rosales *et al.*, 2021).

Grasas totales

Reportes previos indican que *Arthrospira* sp. muestra un contenido de lípidos de 4 a 9% (Hernandez *et al.*, 2019), la cantidad de grasas totales que produce la *Arthrospira* sp. está fuertemente ligada a la disponibilidad de nitrógeno en el

medio de cultivo, la temperatura y el pH (Ogbonda *et al.*, 2007).

Los valores de la extracción de las grasas totales de los aislados analizadas se observan en la Tabla 3. La *Arthrospira platensis* demostró un 5,69%, este valor indicaría que aislado objeto de estudio del presente trabajo podría ser investigado para la producción de biodiesel a través de transesterificación de ácidos grasos (Almeida *et al.*, 2017).

Las grasas totales reportadas por Villalba *et al.* (2018) para la misma cepa de *Arthrospira platensis* fue de 0,4%, mucho menor en comparación con la obtenida en este trabajo que fue de 5,69%. El aumento del volumen de aireación en el cultivo mejora el rendimiento general del reactor, es decir, la tasa de crecimiento específica, y el contenido de ácidos grasos producidos por las células de *Arthrospira platensis* (Srinivasa *et al.*, 2012). Esto se evidencia ya que la aireación y el fotoperiodo del cultivo de *Arthrospira platensis* en este trabajo fue de 0,45 vvm y 24 horas luz, en comparación a la de Villalba *et al.* (2018) con una aireación de 0,025 vvm y un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas de oscuridad. También la producción de ácidos grasos depende del crecimiento de algas (biomasa), influenciada por la aireación y el fotoperiodo empleado (Ruiz, 2014).

De acuerdo con el reporte de Álvarez (2018) para la cepa de *Arthrospira platensis* se registró un aumento del 27% de producción de ácidos grasos bajo luz continua frente a una condición control de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo para la misma especie.

Humedad y cenizas

La determinación de humedad es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesado, control y conservación de los alimentos, puesto que la mayoría de los productos alimenticios poseen un contenido mayoritario de agua. También las cenizas son las sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, como los minerales que constituyen a las células (Tirado *et al.*, 2015).

El mayor contenido de humedad, expresado como porcentaje del peso húmedo fue para la *Arthrospira platensis* con un valor de 20,91% en comparación a los aislados analizados. A su vez los reportes de Villalba *et al.* (2018) para el parámetro de humedad de *Arthrospira platensis* fue de 7,6%. Estos valores concuerdan con los reportados por Molino *et al.* (2018) y Ogbonda *et al.* (2007) que fueron en promedio de 21% y 6,3%.

Para el parámetro de las cenizas el mayor porcentaje fue para *Arthrospira platensis* con un 9,11%, en comparación con los aislados *Arthrospira* sp. de origen argentino y chileno. Valores similares a este reporte se han registrado por Molino *et al.* (2018) y Ogbonda *et al.* (2007) los cuales mostraron un promedio entre 7,65% y 10,8%.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, la *Arthrospira platensis* posee contenido proximal apropiado para utilizarla como suplemento alimenticio por su alto porcentaje proteico y de grasas totales en comparación con los aislados

comerciales analizados.

Los parámetros proveen un aporte a la comunidad científica acerca de las bondades de esta microalga, de manera tal de abrir nuevos espacios a futuras investigaciones dentro de esta línea y así poder utilizarlas en desarrollos de nuevos productos en el país.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACYT por la financiación de la Maestría. A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción FACEN – UNA.

Al departamento de Biotecnología por el apoyo y al Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero – INIDEP por brindarme la posibilidad de realizar los análisis correspondientes a este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J. (2017). Obtención de bioetanol a partir de hidrólisis enzimática y fermentación de arracacha. (Tesis pregrado). Universidad central del Ecuador, Quito
- Álvarez, P. (2018). Influencia de la luz sobre la producción y la composición de la biomasa microalgal de *Spirulina platensis* LMPA55. Escuela de Posgrado - Facultad Regional Buenos Aires, 90. Retrieved from <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/3901>
- AOAC, Official Methods of Analysis. (1990). Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. AOAC INTERNATIONAL 16th

- Ed.
AOCS, American Oil Chemists' Society. (2009). *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society*, AOCS Press, Champaign, US
- Becker, E. W. (2007). Microalgae as a source of protein. *Biotechnology Advances*, 25(2), 207–210. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2006.11.002>
- Bligh, E. G., Dyer, W. J. (1959). A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37:911-917
- Brignardello G, J., Heredia P, L., Paz Ocharán S, M., & Durán A, S. (2013). Conocimientos alimentarios de vegetarianos y veganos chilenos. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(2),129–134. doi:10.4067/s0717-75182013000200006
- Camacho Ayala, T. X. (2017). Obtención de un hidrolizado de *Spirulina (Arthrospira platensis)* en polvo, mediante secado por aspersión, como ingrediente funcional. Retrieved from <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25303/1/BQ118.pdf>
- Capelli, B., Cysewski, G. R. (2010). Potential health benefits of spirulina microalgae*. *Nutrafoods*, 9(2), 19–26. Doi: 10.1007/bf03223332
- Christaki, E., Florou-Paneri, P., & Bonos, E. (2011). Microalgae: A novel ingredient in nutrition. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 62(8), 794–799. <https://doi.org/10.3109/09637486.2011.582460>
- Duongbia, N., Chaiwongsar, S., Chaihana, C., & Chaiklangmuang, S. (2018). Acidic hydrolysis performance and hydrolyzed lipid characterizations of wet *Spirulina platensis*. *Biomass Conversion and Biorefinery*. doi: 10.1007/s13399-018-0350-6
- Gomont, M. (1892 '1893'). Monografía de Oscillariaceae (Nostocaceae Homocysteeae). Segunda parte. - Adiós. *Annals of Natural Sciences, Botany, Serie 7* 16:91-264, pls 1-7.
- García Maldonado, E., GallegoNarbón, A., & Vaquero, M. P. (2019). Are vegetarian diets nutritionally adequate? A revision of the scientific evidence | ¿son las dietas vegetarianas nutricionalmente adecuadas. Una revisión de la evidencia científica. *Nutricion Hospitalaria*, 36(4), 950–961.
- Gutiérrez Cuesta, R., González García, K., Rivera Hernández, Y., Acosta Suárez, Y., & Marrero Delange, D. (2017). Algas Marinas, Fuente Potencial de Macronutrientes-Marine algae, potential source of macronutrients. *Revista Investigaciones Marinas*, 37(2), 16–28. Retrieved from <http://www.cim.uh.cu/rim/>
- Hernandez Acevedo, H., Flores Ramos, L., Soto, A. R. (2019). Ácidos grasos en cepas de microalgas del banco de germoplasma de organismos acuáticos del instituto del mar del Perú (imarpe). (Trabajos originales). *Revista Peruana De Biología*, 26(3), 369
- Jacob Lopes, E., Scoparo, C. H. G., Lacerda, L. M. C. F., Franco, T. T. (2009). Effect of light cycles (night/day) on CO₂ fixation and biomass production by microalgae in photobioreactors. *Chemical Engineering*

Prieto, R.; Lamas, D. Comparación de parámetros proximales entre *Arthrospira platensis* Gomont y aislados comerciales

- and Processing: *Process Intensification*, 48(1), 306–310. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2008.04.007>
- Kamble, S. P., Gaikar, R. B., Padalia, R. B., Shinde, K. D. (2013). Extraction and purification of C-phycoyanin from dry *Spirulina* powder and evaluating its antioxidant, anticoagulation and prevention of DNA damage activity. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(8), 149–153. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2013.3826>
- Krzemińska, I., Pawlik-Skowrońska, B., Trzcńska, M., Tys, J. (2013). Influence of photoperiods on the growth rate and biomass productivity of green microalgae. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 37(4), 735–741. doi: 10.1007/s00449-013-1044-x
- Madkour, F. F., Kamil, A. E. W., & Nasr, H. S. (2012). Production and nutritive value of *Spirulina platensis* in reduced cost media. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38(1), 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2012.09.003>
- Marková, I., Koníčková, R., Vaňková, K., Leníček, M., Kolář, M., Strnad, H. Vítek, L. (2020). Antiangiogenic effects of the blue-green alga *Arthrospira platensis* on pancreatic cancer. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 24(4), 2402–2415. <https://doi.org/10.1111/jcmm.14922>
- Molino, A., Iovine, A., Casella, P., Mehariya, S., Chianese, S., Cerbone, A., Musmarra, D. (2018). Microalgae Characterization for Consolidated and New Application in Human Food, Animal Feed and Nutraceuticals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 1–21. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112436>
- Ogbonda, K. H., Aminigo, R. E., Abu, G. O. (2007). Influence of temperature and pH on biomass production and protein biosynthesis in a putative *Spirulina sp.* *Bioresource Technology*, 98(11), 2207–2211. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.08.028>
- Pedro Inês Soraia, H. (2015). Evaluation of photoperiod effect on the growth and protein content of microalgae. IC-Online. Escola Superior de Turismo e Tecnologia do Mar. <http://hdl.handle.net/10400.8/2177>
- Parra, J., Torres, A., Rojas Tortolero, D., Arredondo-Vega, B. O., Sena, Lucia I, Fernández Gómez, R. I. (2019). Comparación nutricional entre dos cepas de *Arthrospira* máxima de origen geográfico incierto. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal*, 10(2), 45–60.
- Peixoto, J. V. C., Paula, L. M. R.; Iagher, F., Silva, I. K., Dias, F. A. L., & Fogaça, R. T. H. (2020). Shark liver oil consumption decreases contractility in EDL muscle of trained rats. *Fisioterapia Em Movimento*, 33, 1–9. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.033.a011>
- Rojas Allende, D., Figueras Díaz, F., & Durán Agüero, S. (2017). Ventajas y desventajas nutricionales de ser vegano o vegetariano. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(3), 218–225. doi: 10.4067/s0717-75182017000300218.
- Rosales Loaiza, N. (2021) "Comparación del crecimiento y Composición Bioquímica de cuatro cepas de

- Nostoc y Anabaena (Cyanobacteria, Nostocales) en relación con el nitrato de sodio." *Revista Acta Biológica Colombiana*, vol. 21, no. 2, 2016, p. 347+. Gale OneFile: Informe Académico. Accessed 2 May.
- Ruiz Aguilar, M. (2014). Análisis del cultivo de la microalga *Chlorella vulgaris* a diferentes fotoperiodos y concentraciones de nitrógeno. Instituto Tecnológico De Tuxtla Gutiérrez. Repositorio digital. <http://repositorio-digital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/723/4891>
- Schlösser, U.G. (1982). Sammlung von Algenkulturen. Ber. Deutsch Bot. Ges. 95: 18-276.
- Soni, R. A., Sudhakar, K., Rana, R. S. (2017). *Spirulina*—From growth to nutritional product: A review. Trends in Food Science & Technology.
- Srinivasa Reddy R., Chandra Sekhar B., Chandrika Ketineni B. (2012). Aeration effect on *Spirulina platensis* growth and g-linolenic acid production. *Brazilian Journal of Microbiology*, 16(20), 12–20.
- Tirado, D., Montero, P., Acevedo, D. (2015). Estudio Comparativo de Métodos Empleados para la Determinación de Humedad de Varias Matrices Alimentarias. Información tecnológica, 26(2), 03-10. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000200002>
- Torres, A., Parra, J., Rojas, D., Fernández-Gómez, R., Valero, Y. (2014). Efecto de la suplementación de sémola de trigo con *arthrospira platensis* sobre calidad, aceptabilidad y composición física y química de espaguetis. *Vitae*, 21, n, 81-89
- Valle, E; Tirado, J. (2018). *Scenedesmus acutus* Effect of photoperiod and temperature on population growth and production of biomass, proteins and lipids from *Scenedesmus acutus*. *Caxamarca*, 17, 91–99.
- Villalba Clara; López Tomás; Albrecht Mónica. (2018). Bioprospección De *Arthrospira Platensis* Nativa Del Chaco Paraguayo Como Propuesta Alternativa Para Fines Alimentarios. Tesis. Universidad Nacional De Itapúa Facultad De Ciencias Y Tecnología. Retrieved From Space. Conacyt.Gov.Py/Xmlui/Bitstream/Handle/123456789/42696/Tesis-Claravillalba.Pdf?Sequence=1&IsAllowed=Y
- Wollina, U., Voicu, C., Gianfaldoni, S., Lotti, T., França, K., Tchernev, G. (2018). *Arthrospira platensis* – Potential in dermatology and beyond. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 6(1), 176–180. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.033>
- Zarrouk (1966). Construcción para el estudio de una Cyanophyceae. Influencia de varios factores físicos y químicos en el crecimiento y la fotosíntesis de *Spirulina maxima*. (Tesis) vol. 84, Universidad de París

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

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

Diversidad florística en pastizales de la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Paraguay. El área de San Rafael se localiza en los departamentos de Itapúa y Caazapá, con 70.000 has aproximadamente. Las principales formaciones vegetales observadas son bosques y pastizales, éstos últimos se desarrollan en suelos saturados y/o temporalmente inundados. El estudio tuvo por objetivo la caracterización de los pastizales de la Estación Biológica Kanguery. Para el análisis de la riqueza y diversidad de especies se seleccionaron sitios de muestreo teniendo en cuenta la topografía del terreno. Se instalaron seis parcelas de muestreo de 100 m² cada una. En cada parcela se colectaron ejemplares de herbario y se anotaron las especies presentes. Se caracterizaron dos tipos de pastizales según la topografía del suelo y la composición florística: campos altos y campos bajos. Se identificaron un total de 32 familias de Angiospermas, 86 géneros y 139 especies. Se presenta un listado florístico del área de estudio, detallando para cada especie el hábito, el hábitat, su distribución geográfica en Paraguay y un ejemplar de referencia.

Palabras clave: áreas protegidas, composición florística, campo alto, campo bajo

Floristic diversity in grasslands of the San Rafael National Park Reserve, Paraguay. The San Rafael area is located in the departments of Itapúa and Caazapá, with approximately 70,000 ha. The main types of plant communities observed in the park area are forests and grasslands, the latter growing on saturated and/or temporarily flooded soils. The objective of the study was to characterize the grasslands of the Kanguery biological station. For the analysis of the richness and diversity of species, sampling sites were selected taking into account the topography of the land. Six sampling plots of 100 m² each were installed. In each plot, herbarium specimens were collected and the species present were recorded. Two types of grasslands were characterized according to soil topography and floristic composition: high fields and low fields. A total of 32 Angiosperm families, 86 genera and 139 species, were identified. A floristic list of the study area is presented, detailing for each species the habit, the habitat, its geographical distribution in Paraguay and a reference specimen.

Keywords: protected areas, floristic composition, high field, low field

INTRODUCCIÓN

Los pastizales del Río de la Plata son el complejo más grande del Ecosistema de pastizales templados en Sudamérica, comprendiendo un área de 750.000 km². Estos pastizales incluyen La Ecorregión Pampa de Argentina (540.000 km²) y la Ecorregión Campos de Uruguay, Nore-

te de la Argentina y sur del Brasil (Miñarro *et al.*, 2008). Estos ecosistemas tienen alta diversidad de plantas vasculares, donde los arbustos están más escasamente representados, su presencia se debería a las perturbaciones de las que son objeto estos tipos de ecosistemas.

Los pastizales proporcionan innumerables beneficios al hombre, brindan fo-

rraje, suelos fértiles, diversidad de vida y contribuyen al balance de los gases de la atmósfera; los esfuerzos para conservarlos son insuficientes, porque muchos campos son transformados en cultivos o forestaciones (Conservación de los pastizales del Mercosur, 2004).

En la Región Oriental del Paraguay concurren diferentes tipos de linajes florísticos (Spichiger *et al.*, 1995); en algunos casos forman verdaderos mosaicos de unidades muy pequeñas de vegetación; en tanto que las grandes unidades están conformadas por la Flora Paranaense, la del Chaco Húmedo, la del Chaco Seco, el Cerrado y la Flora residual del pleistoceno. La Reserva para Parque Nacional San Rafael se considera como perteneciente a la región de la Flora Paranaense, también conocida como Bosque Atlántico del Alto Paraná.

Es importante mencionar que el Bosque Atlántico del Alto Paraná forma parte del Bosque Atlántico, el mismo es una de las 200 Ecorregiones prioritarias para la Conservación Mundial, según el ranking Global 200 (Olson y Dinerstein, 2002) y uno de los ocho hotspots más urgentes para las prioridades de conservación (Myers *et al.*, 2000).

A nivel nacional, el Centro de Datos para la Conservación (1990) consideró al área de Reserva para Parque San Rafael como “Área Prioritaria para la Conservación de la Región Oriental del Paraguay”, debido a que este sitio alberga especies de fauna y flora consideradas endémicas del Bosque Atlántico del Alto Paraná.

Por Decreto N° 13.680/92, el Estado Paraguayo declaró al área de la cordillera y cerro San Rafael como “Reserva

para Parque Nacional San Rafael” (De Egea y Balbuena, 2011). En el área se encuentran numerosas propiedades con actividades agro-ganaderas y comunidades indígenas. Las actividades agrícolas son frecuentes, así como la cacería de subsistencia; los incendios son fenómenos presentes en la zona, así como la extracción ilegal de madera, de plantas medicinales y leña, actividades humanas que han cambiado la vegetación natural (Acevedo *et al.*, 1993; Esquivel y Peris, 2011).

El área perteneciente a San Rafael está localizado en dos departamentos de Paraguay, Itapúa y Caazapá con 70.000 has aproximadamente, forma parte de la cuenca alta del río Tebicuary y se encuentra entre las coordenadas 26°25'S, 55°40'O. Por tratarse de una ecorregión altamente amenazada, la riqueza biológica de San Rafael se encuentra actualmente bajo una gran presión. La reserva es el segundo mayor remanente del Bosque Atlántico del Alto Paraná en Paraguay, de ahí su importancia para la conservación tanto a nivel nacional como regional y global.

La Reserva alberga una amplia diversidad de ambientes que varían desde densos bosques sobre grandes pendientes, hasta extensos pastizales naturales apenas ondulados, e incluye ríos, arroyos, nacientes y saltos de agua. (Cartes y Yanosky, 2006; De Egea y Balbuena, 2011; Esquivel y Peris, 2011).

Es importante remarcar que el área de San Rafael fue identificado además como la primera “Área de Importancia para las Aves del Paraguay” (IBAs) según reporte de la BirdLife International en el año 2010 citado en Esquivel y Peris

(2011).

Las principales comunidades vegetales presentes en San Rafael son: Bosque Denso Semidecídulo Subhúmedo (con algunas áreas muy degradadas), Bosque Denso Semidecídulo Estacionalmente Saturado, Bosque Denso Semidecídulo Estacionalmente Inundado, Pastizal en Suelo Temporalmente Inundado, Pastizal en Suelo Saturado, Vegetación no Graminoidea y Vegetación Hidromórfica Permanente (Secretaría del Ambiente, 2002).

En el área de estudio se desarrollan pastizales naturales que pertenecen a los Pastizales del Sur o Mesopotamia (Guyra Paraguay, 2005), áreas que han sido poco estudiadas, así como los bosques mencionados anteriormente. Por esta razón, el objetivo de este estudio es la caracterización de los pastizales de la Estación Biológica Kanguery

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El área de estudio se ubica en la Región Oriental del Paraguay, Departamento de Itapúa, Reserva de Recursos Manejados San Rafael, entre las coordenadas: 26°27'05" S, 55°43'54" W (Figura 1).

Colecta de Datos

Se seleccionaron sitios de estudio en campos bajos y altos donde se instalaron seis parcelas de muestreo de 100 m² cada una (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Para los fines de este trabajo se definió el término "*pastizales*" como "*comunidades de plantas herbáceas con predominio de Poaceae, presencia de*

algunas arbustivas y pequeños árboles escasamente representados". Según la topografía del terreno los sitios de colecta se clasifican en "*campos altos*" y "*campos bajos*". En cada parcela se registraron las especies presentes y se colectaron ejemplares de herbario que fueron procesados, determinados taxonómicamente y depositados en el Herbario FACEN. Además, en las planillas de campo fueron registradas la cobertura y la abundancia de cada especie.

Para la caracterización de las comunidades de plantas se tuvo en cuenta las asociaciones, la cobertura de las especies y las características del relieve.

Se elaboró un listado florístico del área de estudio, detallando para cada especie la forma de vida, el hábitat, su distribución geográfica en Paraguay y un ejemplar de referencia. La forma de vida fue clasificada en hierba, arbusto, sub arbusto, liana y palma. Para cada especie se registra además las referencias bibliográficas y las Bases de Datos consultadas.

Material bibliográfico y Bases de Datos consultados para la identificación:

Para la identificación taxonómica y cuestiones nomenclaturales, sinonimias y distribución se utilizaron las Bases de Datos de Flora del Cono Sur-Darwinion, TROPICOS-Missouri Botanical Garden, The International Plants Names Index, The Plant List. Se consultó el Herbario FCQ para la confrontación de las determinaciones. Se utilizó la clasificación teniendo en cuenta el APG IV (2016)

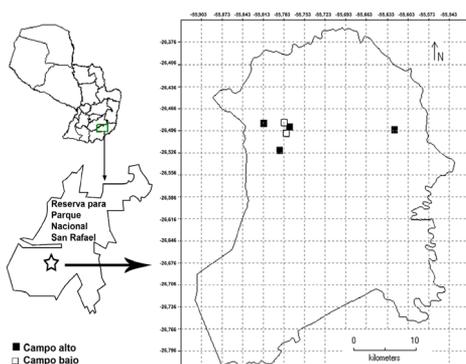


Figura 1. Localización del sitio de estudio y ubicación dentro de la Reserva para Parque Nacional San Rafael

RESULTADOS

Diversidad de especies encontradas en los pastizales

Un total de 34 familias de Angiospermas fueron identificadas, 94 géneros y 139 especies (Tabla 1); pertenecientes a las siguientes familias: Acanthaceae Juss. (2 spp), Amaranthaceae Juss. (3 spp), Anacardiaceae R. Br. (1 sp), Apiaceae Lindl. (3 spp), Apocynaceae Juss. (3 spp), Arecaceae Bercht. & J. Presl (1sp), Asparagaceae Juss. (1 sp), Asteraceae Bercht. & J. Presl (15 spp), Convolvulaceae Juss. (3 spp), Cyperaceae Juss. (13 spp), Euphorbiaceae Juss. (7 spp), Fabaceae Lindl. (10 spp), Gesneriaceae Rich. & Juss. (1 sp), Iridaceae Juss. (2 spp), Lamiaceae Martinov (4 spp), Lythraceae J. St.-Hill. (5 spp), Malvaceae Juss. (9 spp), Melastomataceae Juss. (2 spp), Myrtaceae Juss. (2 spp), Onagraceae Juss. (2 spp), Orchidaceae Juss. (2 spp), Orobanchaceae Vent. (1 sp), Oxalidaceae R. Br. (2 spp), Phyllanthaceae Martinov (1 sp), Plantaginaceae Juss. (1 sp), Poaceae Barnhart (19

spp), Polygalaceae Hoffmanns. & Link (4 spp), Rubiaceae Juss. (7 spp), Sapotaceae Juss. (1 sp), Smilacaceae Vent. (1 sp), Solanaceae Juss. (3 spp), Verbenaceae J. St.-Hil. (7 spp), Vitaceae Juss. (1 sp). Las familias botánicas que contienen al 44% de las especies registradas son Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae y Fabaceae.

Caracterización florística del área de estudio

Los pastizales se encuentran en un área con una topografía ondulada en el suroeste de la Reserva para Parque Nacional San Rafael y están rodeados por bosques altos semicaducifolios y bosques en galería.

Fitogeografía

Desde el punto de vista fitogeográfico el área de estudio pertenece a los pastizales de los campos que se encuentran distribuidos en el sur de Brasil, Noreste de Argentina, este de Paraguay Oriental y Uruguay (Martínez-Crovetto, 1963; Bilencia y Miñaro, 2004; Pallarés *et al.*, 2005). Datos fitogeográficos y paleoecológicos sugieren que los campos son remanentes de los pastizales que existían en condiciones más secas y frías durante los últimos periodos glacial y post-glacial. Los mismos fueron estabilizados por herbivorismo y fuego y expuestos relativamente reciente a la invasión forestal (Behling, 2002; Overbeck y Pfadenhauer, 2007).

Caracterización de comunidades:

Los pastizales presentan un estrato herbáceo relativamente continuo dominado por gramíneas y ciperáceas

cespitosas. Entre las especies acompañantes se destacan las hierbas postradas y apoyantes, geófitas y subarbustos pertenecientes a las familias asteráceas, verbenáceas, labiadas, leguminosas, entre otras de menor importancia. Los arbustos aparecen únicamente en forma dispersa.

El gradiente florístico principal se encuentra relacionado a un gradiente de humedad, que depende principalmente del relieve y las propiedades edáficas. En base a relevamientos fitosociológicos fueron diferenciadas dos comunidades de pastizales: los campos altos en las zonas elevadas y los campos bajos en las zonas bajas saturadas con agua. En las pendientes se observan frecuentemente pastizales de transición entre ambas comunidades. Los campos altos presentan el mayor número de especies y la mayor cantidad promedio de especies por parcela (Tabla 1).

1) *Campos altos*: Los pastizales de los campos altos alcanzan una altura de 1,5 m y se encuentran ubicados en las zonas elevadas sobre suelos arenoso-limosos. Las especies predominantes son *Axonopus suffultus* (J. C. Mikan ex Trin.) Parodi, *Eryngium pristis* Cham. & Schltdl. y *Eryngium horridum* Malme. Entre las especies herbáceas diferenciales aparecen *Aspilia montevidensis* (Spreng.) Kuntze, *Chaptalia integerrima* (Vell.) Burkart, *Mandevilla longiflora* (Desf.) Pichon, *Schizachyrium glaziovii* Peichoto, *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguelén, *Sisyrinchium vaginatum* Spreng., *Galium atherodes* Spreng. y *Desmodium barbatum* (L.) Benth. Entre las especies leñosas diferenciales se encuentran los subarbustos *Mimosa*

dolens Vell., *Lippia sclerophylla* Briq., *Desmodium cuneatum* Hook. & Arn. y *Butia* sp. y los arbustos *Vernonia chamaedrys* Less. y *Psidium australe* Cambess (Figura 2).



Figura 2. Campo alto

2) *Campos bajos*: En los sitios bajos, que se encuentran asociados a nacientes y cursos de agua, aparecen pastizales dominados por especies adaptadas a la humedad edáfica (Figura 4). En estos pastizales, que se desarrollan sobre suelos limo-arcillosos, dominan especies herbáceas cespitosas y rizomatosas pertenecientes a los géneros *Rhynchospora* Vahl y *Eleocharis* R. Br. (Cyperaceae) y *Sorghastrum* Nash (Poaceae). Especies diferenciales de esta comunidad son *Andropogon virgatus* Desv. ex Ham., *Rhynchospora globosa* (Kunth) Roem. & Schult., *Sorghastrum viride* Swallen, *Eleocharis* sp., *Eriochrysis cayennensis* P. Beauv. y *Ludwigia sericea* (Cambess.) H. Hara. Especies acompañantes son *Rhynchospora corymbosa* (L.) Britton, *Tibouchina gracilis* (Bonpl.) Cogn. y *Vernonia cuneifolia* Gardner. A medida que aumenta la humedad edáfica desaparecen los elementos leñosos dando lugar a las especies herbáceas palustres (Figura 3).

Tabla 1. Lista de especies de Angiospermas de la Reserva para Parque Nacional San Rafael

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Hábitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
ACANTHACEAE					
<i>Dyschoriste trichanthera</i> Kobuski	He	Ca	Alto Paraguay, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Para- guari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4138	-Tropicos. 2016
<i>Ruellia brevicaulis</i> (Nees) Lindau	He	Ca	Canindeyú, Concepción, Itapúa, San Pedro	BB 1727	-Ezcurra, C. 1999
AMARANTHACEAE					
<i>Froelichia procera</i> (Seub.) Pedersen	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Central, Concepción, Cor- dillera, Guairá, Itapúa, Paraguari	BB 1621	-Burkart, A., N. S. Troncoso de Burkart & N. M. Bacigalupo. 1987
<i>Gomphrena graminea</i> Moq.	He	Ca	Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Cordillera, Itapúa, Misiones, Paragua- ri		-Burkart, A., N. S. Troncoso de Burkart & N. M. Bacigalupo. 1987
<i>Pfiaffia glomerata</i> (Spreng.) Pedersen	He	Ca	Alto Paraguay, Central, Concepción, Cordillera, Itapúa, Ñeembucú, Para- guari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4040	-Burkart, A., N. S. Troncoso de Burkart & N. M. Bacigalupo. 1987
ANACARDIACEAE					
<i>Schinus weinmannifolius</i> Engl.	Sh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Con- cepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari, San Pedro	BB 1590	-Muñoz, J.D. 1990

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benítez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Hábitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
APIACEAE					
<i>Eryngium ebracteatum</i> Lam.	He	Cb	Alto Paraguay, Alto Paraná, Amambay, Boquerón, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari, Presidente Hayes	MV 4128	-Lucena, I. D., L. J. Novara & A. R. Cuezco (h). 2001
<i>Eryngium horridum</i> Malme	He	Ca/Cb	Canindeyú, Central, Cordillera, Itapúa, Neembucú, Paraguari	BB 1639	-Flora del Cono Sur. 2017
<i>Eryngium pristis</i> Cham. & Schlttdl.	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caazapá, Itapúa	MV 3625	-Flora del Cono Sur. 2017 -Mendoza, M. & M. F. Watson. 2008
APOCYNACEAE					
<i>Mandevilla ongiflora</i> (Desf.) Pichon	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	BB 1561	-Ezcurra, C., M.E. Endress & A. J. M. Leeuwenberg. 1992
<i>Mandevilla petraea</i> (A. St.-Hil.) Pichon	He	Ca	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Itapúa, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4219	-Ezcurra, C., M. E. Endress & A. J. M. Leeuwenberg. 1992
<i>Oxypetalum capitatum</i> Mart.	He	Cb	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Itapúa, Misiones, Paraguari	MV 4123	-Fontella Pereira, J., S. A. Cáceres Moral & M. Britto de Goes. 2010

Habito (He= hierba; Sh= sub arbusto; Pa= palma; Lj= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
ARECACEAE					
<i>Butia paraguayensis</i> (Barb. Rodr.) L.H. Bailey	Pa	Ca	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, San Pedro	BB 1704	-Flora del Conosur, 2016 -Cabral, E. & M. Castro. 2007
ASPARAGACEAE					
<i>Herreria montevidensis</i> Klotzsch ex Griseb.	Ssh	Ca/Cb	Alto Paraguay, Alto Paraná, Boquerón, Amambay, Central, Concepción, Cordillera, Itapúa, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4075	-Hurrel, J. A. & G. Delucchi. 2012
ASTERACEAE					
<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntze	Ssh	Ca	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	BB 1573	-Cabrera, A.L., 158, en Burkart, A. 1974
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC., Prodr.	Sh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Presidente Hayes	MV 3654	-Giuliano, D. 2001.
<i>Calea hassleriana</i> Chodat	Ssh	Ca	Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Itapúa, San Pedro	MV 4120	-Cabrera, A.L., 158, en Burkart, A. 1974
<i>Campuloclinium macrocephalum</i> (Less.) DC.	He	Cb	Alto Paraguay, Amambay, Boquerón, Concepción, Itapúa, Paraguari	MV 4212	-Basualdo, I. & N. Sorria. 2002

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Ssh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guaira, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari	BB 1729	-Cabrera, A.L., 158, en Burkart, A. 1974
<i>Chrysolea platensis</i> (Spreng.) H. Rob.	He	Ca	Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4118	-Cabrera, A. L., M. Demattis & S. Freire. 2009
<i>Chromolaena aff odorata</i> (L.) R.M.King & H.Rob.	Sh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	BB 1704	-Soria Rey, N., I. Z. Basualdo & W. D. Stevens. 1998
<i>Chromolaena verbenacea</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	Sh	Ca	Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4047	-Soria Rey, N., I. Z. Basualdo & W. D. Stevens. 1998
<i>Pterocaulon alopecuroides</i> (Lam.) DC.	He	Ca	Alto Paraguay, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari, Presidente Hayes	BB 1575	-Cabrera, A. L. & S. E. Freire. 1998
<i>Pterocaulon angustifolium</i> DC.	He	Ca	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4111	-Cabrera, A. L. & S. E. Freire. 1998
<i>Pterocaulon lanatum</i> Kuntze	Sh	Ca	Amambay, Cordillera, Itapua, Paraguari, San Pedro.	MV 4091	-Cabrera, A. L. & S. E. Freire. 1998

Habito (He= hierba, Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Trichocline speciosa</i> Less.	He	Ca	Alto Paraguay, Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4221	-Novara, L. J., L. Katinas & E. Ur-tubey. 1995
<i>Vernonanthura chamaedrys</i> (Less.) H. Rob.	Sh	Ca	Amambay, Caaguazú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Misiones, Itapúa, Ñembucú, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	BB 1557	-Cabrera, A. L., M. Dematteis & S. Freire. 2009
<i>Vernonia cuneifolia</i> Gardner	Ssh	Cb	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	BB 1662	-Cabrera, A. L., M. Dematteis & S. Freire. 2009
<i>Vernonia platyphylla</i> Chodat	Sh	Cb	Alto Paraná, Amambay, Canindeyú, Itapua	BB 1589	-Cabrera, A. L., M. Dematteis & S. Freire. 2009
CONVOLVULACEAE					
<i>Convolvulus crenatifolius</i> Ruiz & Pav.	He	Ca/Cb	Alto Paraguay, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Ñembucú	BB 1611	-Carranza González, E. 2005
<i>Ipomoea fiebrigii</i> Hassl. ex O'Donnell	Sh	Ca	Alto Paraná, Itapúa	MV 4198	-O'Donnell, C. A. 1948
<i>Ipomoea paludosa</i> O'Donnell	Sh	Cb	Alto Paraná, Amambay, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari, San Pedro	MV 4210	-O'Donnell, C. A. 1948

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benítez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
CYPERACEAE					
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	He	Ca/Cb	Alto Paraná, Alto Paraguay, Amambay, Caazapá, Canindeyú, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4157	-Gómez-Laurito, J. 2003
<i>Cyperus brevifolius</i> (Rottb.) Hassk.	He	Ca/Cb	Alto Paraná, Amambay, Caazapá, Central, Guairá, Itapua, Ñeembucú	MV 4039	-Gómez-Laurito, J. 2003
<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb. var <i>surinamensis</i>	He	Cb	Alto Paraguay, Amambay, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Ñeembucú, Itapúa, Presidente Hayes	MV 4206	-Gómez-Laurito, J. 2003
<i>Eleocharis nudipes</i> (Kunth) Palla	He	Cb	Alto Paraná, Alto Paraguay, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, San Pedro	MV 4063	-Barros, M., O. Borsini, M. Correa, S. Crespo, M. L. Giardelli, R. Perez-Moreau, & P. F. Ravenna. 1969
<i>Rhynchospora albiceps</i> Kunth	He	Ca	Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Guairá, Itapua	MV 4035	-Strong, M. T. 2006
<i>Rhynchospora barrosiana</i> Guagl.	He	Ca/Cb	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Cordillera, Guairá, Itapua, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4062	-Strong, M. T. 2006
<i>Rhynchospora emaciata</i> (Nees) Boeckeler	He	Ca/Cb	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapua, Misiones, San Pedro	BB 1674	-Strong, M. T. 2006

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Habitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	He	Ca/Cb	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Itapúa, Paraguari, San Pedro	MV 3653	-Strong, M. T. 2006.
<i>Rhynchospora marisculus</i> Nees	He	Cb	Amambay, Caazapá, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	BB 1680	-Strong, M. T. 2006
<i>Rhynchospora setigera</i> (Kunth) Boeck.	He	Ca/Cb	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Guairá, Itapúa, Paraguari, San Pedro	BB 1643	-Strong, M. T. 2006
<i>Rhynchospora tenuis</i> Link subsp. <i>tenuis</i>	He	Ca/Cb	Alto Paraguay, Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Ñeembucú, Paraguari, San Pedro	BB 1645	-Strong, M. T. 2006
<i>Scleria distans</i> Poir.	He	Ca/Cb	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Cordillera, Itapúa, Paraguari	MV 4196	-Barros, M., O. Borsini, M. Correa, S. Crespo, Giardelli, M. L., R. Perez-Moreau & P. F. Ravenna. 1969
<i>Scleria melaleuca</i> C. Rchb. ex Schlttdl. & Cham.	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, San Pedro	MV 4045	-Barros, M., O. Borsini, M. Correa, S. Crespo, Giardelli, M. L., R. Perez-Moreau & P. F. Ravenna. 1969

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benítez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Hábitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
EUPHORBIACEAE					
<i>Cnidocolus albomaculatus</i> (Pax) I.M. Johnst.	He	Ca	Alto Paraguay, Amambay, Boquerón, Caazapá, Central, Concepción, Cordi- llera, Guairá, Itapúa, Paraguari, Presi- dente Hayes, San Pedro	MV 4217	-Basualdo, I. & N. Soria. 2002 -Flora Argentina, 2018
<i>Croton aberrans</i> Müll. Arg.	He	Ca	Alto Paraguay, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Cordillera, Ita- púa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4117	-Smith, L. B., R. J. Downs & R. M. Klein. 1988
<i>Croton campestris</i> A. St.- Hil.	Ssh	Ca	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Ca- nindeyú, Itapúa, San Pedro	MV 4029	-Smith, L. B., R. J. Downs & R. M. Klein. 1988
<i>Croton rupestris</i> (Chodat & Hassl.) G.L. Webster	Ssh	Ca	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Ca- nindeyú, Central, Concepción, Cordi- llera, Guairá, Itapúa, Paraguari, San Pedro	MV 4097	-Smith, L. B., R. J. Downs & R. M. Klein. 1988
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	He	Ca	Alto Paraguay, Cordillera, Itapúa, Pa- raguari	MV 4162	-Smith, L. B., R. J. Downs & R. M. Klein. 1988
<i>Microstachys hispida</i> (Mart.) Govaerts	Ssh	Ca	Alto Paraguay, Amambay, Caazapá, Ca- nindeyú, Concepción, Cordillera, Itapúa, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4051	-Smith, L. B., R. J. Downs & R. M. Klein. 1988
<i>Stillingia scutellifera</i> D.J. Rogers	Ssh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caazapá, Ca- nindeyú, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari, San Pedro	MV 4203	Rogers, D. J. 1951

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Lj= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
FABACEAE					
<i>Andira humilis</i> Mart. ex Benth.	Ssh	Ca	Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Concepción, Itapúa, San Pedro	BB 1592	-Pennington, R. T. 2003
<i>Calliandra brevicaulis</i> Micheli	Ssh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Cordillera, Itapúa, Misiones	BB 1595	-Hoc., P.S. 1992
<i>Collaea stenophylla</i> (Hook. & Arn.) Benth.	Ssh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Cordillera, Itapúa, Paraguari, San Pedro	MV 4220	-Bordignon Ceolin, G., & S. T. Sfoggia Miotto. 2009 - Burkart, A., N. S. Troncoso de Burkart & N. M. Bacigalupo. 1987
<i>Crotalaria stipularia</i> Desv.	Ssh	Ca	Amambay, Canindeyú, Central, Itapúa, Presidente Hayes	MV 4208	-Fabbroni, M., E. C. Lozano, 2013 -Gómez-Sosa, Edith. 2000
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	He	Ca	Caazapá, Canindeyú, Central, Guairá, Itapúa	BB 1725	-Vanni, R. O. 2001
<i>Desmodium cuneatum</i> Hook. & Arn.	Ssh	Ca	Alto Paraguay, Central, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes	MV 4034	-Vanni, R. O. 2001
<i>Eriosema tacuareboense</i> Arechav.	He	Ca	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4044	-Rugolaski, L.D. 2009
<i>Mimosa dolens</i> Vell.	Ssh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Itapúa, Paraguari, San Pedro	BB 1608	Burkart, A. 1948.

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benítez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Pomaria rubicunda</i> (Vogel) B.B.Simpson & G.P.Lewis var. <i>rubicunda</i>	Sh	Cb	Alto Paraná, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Guairá, Itapúa, Misiones, San Pedro	MV 4199	Ulitbarri, E. A. 1996
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	He	Ca	Itapua	BB 1669	Flora del Conosur, 2016
GESNERIACEAE					
<i>Sinningia allagophylla</i> (Mart.) Wiehler	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4156	Chautems, A. 1993
IRIDACEAE					
<i>Sisyrinchium palmifolium</i> L.	He	Ca/Cb	Caaguazú, Canindeyú, Cordillera, Guairá, Itapúa, San Pedro	BB 1602	-Takeuchi, C., P. Afonso & N. S. Chukr. 2008
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng. subsp. <i>vaginatum</i>	He	Ca/Cb	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Itapúa, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	BB 1570	-Takeuchi, C., P. Afonso & N. S. Chukr. 2008
LAMIACEAE					
<i>Glechona marifolia</i> Benth.	Ssh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caazapá, Guairá, Itapúa	MV 4050	Xifreda, C. C. & A. C. Maillo. 2004
<i>Hyptis brevipes</i> Poit.	He	Cb	Alto Paraguay, Caazapá, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari	BB 1677	Epling, C. 1938
Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)					

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Hyptis comaroides</i> (Briq.) Harley & J. F. B. Pastore	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4166	Epling, C. 1938
<i>Salvia nervosa</i> Benth.	Ssh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Cordi- llera, Guairá, Itapúa, Misiones, Para- guari, San Pedro	MV 3605	Epling, C. 1938
LYTHRACEAE					
<i>Cuphea</i> aff <i>campylocentra</i> Griseb.	He	Cb	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Con- cepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Presidente Ha- yes, San Pedro	MV 4190	Duré, R. & B. J. Molero. 2010
<i>Cuphea carthagenensis</i> (Jacq.) J.F. Macbr.	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Con- cepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, Pre- sidente Hayes, San Pedro	MV 3609	Duré, R. & B. J. Molero. 2010
<i>Cuphea confertiflora</i> A. St.-Hil.	He	Ca	Alto Paraná, Caaguazú, Caazapá, Guairá, Itapúa	MV 4144	-Duré, R. & B. J. Molero. 2010
<i>Cuphea limarioides</i> Cham. & Schlttdl.	He	Ca	Alto Paraná, Itapúa, Paraguari	BB 1719	-Duré, R. & B. J. Molero. 2010
<i>Cuphea lysimachioides</i> Cham. & Schlttdl.	He	Ca/Cb	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concep- ción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misio- nes, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4071	-Duré, R. & B. J. Molero. 2010
Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benítez)					

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
MALVACEAE					
<i>Byttneria pedersenii</i> Cristobal	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Concepción, Guairá, Itapúa, Misiones	MV 4186	-Cristobal, C. 2007
<i>Byttneria stenophylla</i> Cristóbal	Ssh	Ca	Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Concepción, Itapúa, San Pedro	MV 4175	-Cristobal, C. 2007
<i>Hibiscus furcellatus</i> Desr.	Sh	Cb	Alto Paraguay, Amambay, Caaguazú, Central, Concepción, Cordillera, Itapúa, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4200	-Esteves, G. L. et al, 2014 -Krapovickas, A. & P. A. Fryxell, 2004 -Rodrigo, A. P. 1948
<i>Krapovickasia urticifolia</i> (A. St.-Hil.) Fryxell	He	Ca	Alto Paraná, Caaguazú, Caazapá, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari, San Pedro	BB 1578	-Flora del Cono Sur, 2016 -Fryxell, P. A. 1978
<i>Melochia hassleriana</i> Chodat	Ssh	Ca	Caazapá, Concepción, Cordillera, Itapúa	MV 4032	-Cristobal, C. 2007
<i>Melochia pilosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	Ssh	Ca	Alto Paraguay, Alto Paraná, Amambay, Boquerón, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, San Pedro	MV 4207	-Cristobal, C. 2007
<i>Melochia villosa</i> (Mill.) Fawc. & Rendle	Ssh	Ca/Cb	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guaira, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4167	-Cristobal, C. 2007

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Pavonia hastata</i> Cav.	Ssh	Ca	Alto Paraná, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, San Pedro	MV 4159	-Flora del Cono Sur, 2016 - Fryxell, P. A. 1999
<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	Sh	Ca/Cb	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari	MV 4223	-Flora del Cono Sur, 2016
MELASTOMATACEAE					
<i>Acisanthera alsinaefolia</i> (DC.) Triana	Ssh	Ca/Cb	Amambay, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari, San Pedro	MV 4187	-Goldenberg, R. et al, 2012; -Wurdack, J. J. 1962
<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn.	He	Ca/Cb	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4084	-Candido, C. P. 2005 -Goldenberg et al. 2012
MYRTACEAE					
<i>Myrcia anomala</i> Cambess.	Ssh	Ca	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4074	-Rotman, A. D. 1994 -Tropicos, 2016
<i>Psidium australe</i> Cambess.	Sh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4105	-Landrum, L. R. 2005

Habito (He= hierba, Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benítez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
ONAGRACEAE					
<i>Ludwigia sericea</i> (Cambess.) H. Hara.	Sh	Ca/Cb	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñem-bucu, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4102	-Flora del Cono Sur. 2016 -Ramamoorthy T. P. & E. M. Zar-dini. 1987
<i>Oenothera ravenii</i> W. Dietr.	He	Ca	Caaguazú, Caazapá, Central, Cordillera, Itapúa	MV 4224	-Dietrich, W. 1977 -Flora del Cono Sur. 2016
ORCHIDACEAE					
<i>Habenaria parviflora</i> Lindl.	He	Ca/Cb	Cordillera, Itapúa, Misiones	MV 4168	-Flora del Cono Sur. 2016
<i>Habenaria repens</i> Nutt.	He	Ca	Alto Paraná, Central, Guairá, Itapúa	MV 4169	-Flora del Cono Sur. 2016
OROBANCHACEAE					
<i>Buchnera integrifolia</i> Larrañaga	He	Ca	Central, Concepción, Cordillera, Itapúa, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4134	-Flora del Cono Sur. 2016 -Souza, V. C. 2003
OXALIDACEAE					
<i>Oxalis debilis</i> Kunth var. corymbosa (DC.) Lourteig	He	Ca/Cb	Alto Paraná, Caazapá, Central, Guairá, Itapúa, Misiones	BB 1565	-Lourteig, A. 1980 -Flora del Cono Sur. 2016

Habito (He= hierba, Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Oxalis sellowii</i> Spreng.	He	Cb	Alto Paraná, Alto Paraguay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4081	-Lourteig, A. 1980 -Tropicos, 2016
PHYLLANTHACEAE					
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	He	Ca	Alto Paraná, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Ñeembucú, Paraguari	MV 4179	-Flora del Cono Sur. 2016
PLANTAGINACEAE					
<i>Angelonia integririma</i> Spreng.	Ssh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4215	Castro, S. V. & A. M. Giulietti. 2009
POACEAE					
<i>Acroceras zizanioides</i> (Kunth) Dandy	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	BB 1701	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo, & A. M. Anton. 2012 -Zuloaga, F. O., O. Morrone, Z. E. Rúgolo de Agrasar, A. M. Anton, M. O. Arriaga & A. M. Cialdella. 1994
<i>Andropogon lateralis</i> Nees.	He	Ca/Cb	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari	MV 4214	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benítez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Andropogon virgatus</i> Desv. ex Ham.	He	Cb	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4057	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012
<i>Axonopus argentinus</i> Parodi	He	Ca	Alto Paraguay, Amambay, Caazapá, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Presidente Hayes	MV 4056	-Flora del Cono Sur, 2016; -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo, & A. M. Anton. 2012 -Zuloaga, F. O., O. Morrone, Z. E. Rúgolo de Agrasar, A. M. Anton, M. O. Arriaga & A. M. Cialdella. 1994
<i>Axonopus suffultus</i> (J.C. Mikan ex Trin.) Parodi	He	Ca/Cb	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4068	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo, & A. M. Anton. 2012 -Zuloaga, F. O., O. Morrone, Z. E. Rúgolo de Agrasar, A. M. Anton, M. O. Arriaga & A. M. Cialdella. 1994
<i>Chascolytrum uniola</i> (Nees) Essi, Longhi-Wagner & Souza-Chies	He	Ca	Alto Paraná, Caaguazú, Caazapá, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñembucú, Paraguari, Presidente Hayes	MV 4181	-Flora del Cono Sur, 2016
<i>Eragrostis airoides</i> Nees	He	Cb	Alto Paraná, Amambay, Caazapá, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4211	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012

Habito (He= hierba; Sh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Lj= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	He	Ca	Alto Paraguay, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Ñeembucú, Paraguari	MV 3598	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012
<i>Erianthus trinitii</i> (Hack.) Hack.	He	Cb	Caaguazú, Caazapá, Guairá, Itapúa	BB 1587	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012
<i>Eriochrysis cayennensis</i> P. Beauv.	He	Ca/Cb	Alto Paraná, Amambay, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 3633	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012
<i>Homolepis glutinosa</i> (Sw.) Zuloaga & Soderstr.	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari	MV 4112	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012
<i>Paspalum notatum</i> Flügge	He	Cb	Alto Paraguay, Amambay, Boquerón, Caaguazú, Caazapá, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes	MV 4150	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012 -Zuloaga, F. O., O. Morrone, J. F. Penstero. 2014
<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	He	Ca	Alto Paraguay, Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	BB 1699	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012 --Zuloaga, F. O., O. Morrone, J. F. Penstero. 2014

Habito (He= hierba; Sh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa₁= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benítez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Paspalum quarinii</i> Morrone & Zuloaga	He	Ca	Amambay, Caazapá, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari	MV 4055	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012 -Zuloaga, F. O., O. Morrone, J. F. Pensiero. 2014
<i>Paspalum urvillei</i> Steud.	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, San Pedro	MV 4104	-Flora del Cono Sur, 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012 -Zuloaga, F. O., O. Morrone, J. F. Pensiero. 2014
<i>Schizachyrium glaziovii</i> Peichoto	He	Ca	Alto Paraná, Alto Paraguay, Amambay, Boquerón, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari	BB 1652	-Flora del Cono Sur. 2016 - Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen	He	Ca	Alto Paraguay, Alto Paraná, Amambay, Boquerón, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes	MV 3624	-Flora del Cono Sur. 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012
<i>Sorghastrum aff. stipoides</i> (Kunth) Nash	He	Ca/Cb	Caaguazú, Itapua	MV 4059	-Flora del Cono Sur. 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012
<i>Sorghastrum viride</i> Swallen	He	Cb	Amambay, Caaguazú, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	BB 1641	-Flora del Cono Sur. 2016 -Zuloaga, F., Z. E. Rúgolo & A. M. Anton. 2012

POLYGALACEAE

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Asemeia extraaxillaris</i> (Chodat) J. F. B. Pastore & J. R. Abbott.	He	Cb	Alto Paraná, Alto Paraguay, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4079	-Pastore, J. F. B. & J. R. Abbott. 2012
<i>Polygala glochidiata</i> Kunth	He	Cb	Alto Paraguay, Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4195	-Coelho, P. de M., V., Agra, M de F., & Baracho, G. S. 2008
<i>Polygala hygrophila</i> Kunth	He	Ca/Cb	Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Itapúa, Ñeembucú	BB 1574	-Silva da Costa, C., A. Silva Flores & R. Schütz Rodrigues. 2012
<i>Polygala molluginifolia</i> A. St.-Hil. & Moq.	He	Cb	Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	BB 1722	-Gómez, S. E. 2012
RUBIACEAE					
<i>Borreria quadrifaria</i> E. L. Cabral	He	Ca	Alto Paraguay, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari	MV 4041	-Cabral, E.L. 1986
<i>Borreria poaya</i> (A. St.-Hil.) DC.	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Itapúa, Paraguari, San Pedro	MV 4171	-Cabral, E.L. 1986

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbustivo; Sh= arbustivo; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Hábitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Borreria tenella</i> (Kunth) Cham. & Schltdl.	He	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 4161	-Cabral, E.L. 1986
<i>Galianthe centranthoides</i> (Cham. & Schltdl.) E. L. Cabral	Ssh	Ca	Alto Paraguay, Alto Paraná, Amam- bay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, San Pedro	MV 3617	-Cabral, E. L. 2009
<i>Galianthe fastigiata</i> Griseb.	Ssh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Cordillera, Itapúa, Misiones, Paraguari	MV 4147	-Cabral, E. L. 2009
<i>Galium atherodes</i> Spreng.	He	Ca	Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari	BB 1560	-Dempster, L. T., 1990 -Tropicos, 2016
<i>Richardia stellaris</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	He	Ca	Amambay, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari	MV 3615	-Bacigalupo, N. M. 1996
SAPOTACEAE					
<i>Pouteria fragrans</i> (Pierre) Dubard.	Sh	Ca	Alto Paraná, Caaguazú, Central, Con- cepción, Cordillera, Itapúa, Paraguari	MV 4218	-Pennington, T. D. 1990

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Habitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
SMILACACEAE					
<i>Smilax campestris</i> Griseb.	Li	Ca	Alto Paraguay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	BB 1594	-Guaglianone, E. R. & J. A. Hurrel. 2009
SOLANACEAE					
<i>Cestrum strigillatum</i> Ruiz & Pav.	Sh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caazapá, Canindeyú, Central, Guairá, Ñeembucú, Itapúa, Paraguari, Presidente Hayes	MV 4222	-Zuloaga, F.O., M. J. Belgrano & A. M. Anton. 2013
<i>Petunia integrifolia</i> (Hook.) Schinz & Thell.	He	Ca/Cb	Alto Paraguay, Boquerón, Caazapá, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari	BB 1637	-Zuloaga, F.O., M. J. Belgrano & A. M. Anton. 2013
<i>Solanum americanum</i> Mill.	He	Cb	Alto Paraná, Alto Paraguay, Amambay, Caazapá, Canindeyú, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes	MV 4205	-Zuloaga, F.O., M. J. Belgrano & A. M. Anton. 2013
VERBENACEAE					
<i>Glandularia balsanae</i> (Briq.) N. O'Leary	Ssh	Ca	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Cordillera, Guairá, Itapúa, San Pedro	BB 1571	-Múlgura, M. E., N. O'Leary & A. D. Rotman. 2012
<i>Glandularia stellarioides</i> (Cham.) Schnack & Covas.	He	Cb	Alto Paraguay, Caaguazú, Central, Cordillera, Guairá, Itapúa, Paraguari	MV 4209	-Múlgura, M. E., N. O'Leary & A. D. Rotman. 2012
Habitat (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benítez)					

Spermatophyta Angiospermae - Especies	Habito	Hábitat	Departamentos	Voucher FACEN	Referencias
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson var. alba	Sh	Ca	Alto Paraná, Alto Paraguay, Amambay, Boquerón, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Guairá, Itapúa, Ñeembucú, Presidente Hayes	MV 4103	-Múlgura, M. E., N. O'Leary & A. D. Rotman. 2012
<i>Lippia sclerophylla</i> Briq.	Sh	Ca	Alto Paraná, Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa	MV 4038	-Múlgura, M. E., N. O'Leary & A. D. Rotman. 2012
<i>Lippia tegulifera</i> Briq.	Ssh	Ca	Amambay, Caaguazú, Caazapá, Canindeyú, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari	MV 4180	-Múlgura, M. E., N. O'Leary & A. D. Rotman. 2012
<i>Lippia turnerifolia</i> Cham.	Ssh	Ca	Alto Paraná, Alto Paraguay, Amambay, Caaguazú, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4086	-Múlgura, M. E., N. O'Leary & A. D. Rotman. 2012
<i>Verbena rigida</i> Spreng.	He	Cb	Alto Paraná, Caaguazú, Caazapá, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Paraguari	MV 4202	-Múlgura, M. E., N. O'Leary & A. D. Rotman. 2012 -Flora del Cono Sur, 2016
VITACEAE					
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	He	Ca	Alto Paraná, Alto Paraguay, Amambay, Caazapá, Canindeyú, Central, Concepción, Cordillera, Guairá, Itapúa, Misiones, Ñeembucú, Paraguari, Presidente Hayes, San Pedro	MV 4178	-Múlgura de -Romero, M. 1999

Habito (He= hierba; Ssh= sub arbusto; Sh= arbusto; Pa= palma; Li= liana). Hábitat (Ca= Campo alto; Cb= Campo bajo). Colectores (MV= Maria Vera; BB= Bonifacia Benitez)



Figura 3. Campo bajo

Diversidad de especies por tipo de hábitat y hábito

La mayor diversidad de especies se observó en campo alto, con el 63 % de las especies, mientras que el campo bajo contiene 18 % de las mismas; sin embargo el campo bajo y alto comparten el 19 %. En cuanto al tipo de hábito el 64 % son herbáceas, 22 % son subarbustos, 13 % son arbustivas y el 1 % restante corresponden a una especie de liana y palma (Figura 4 y 5).

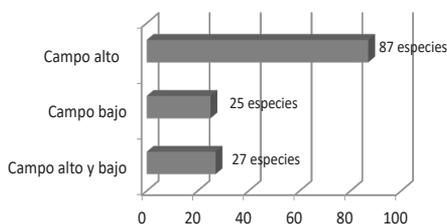


Figura 4. Diversidad de especies por hábitat

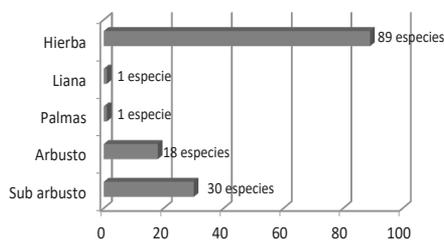


Figura 5. Diversidad de especies por hábito

DISCUSIÓN

Desde el punto de vista fitogeográfico el área de estudio pertenece a los pastizales de los campos que se encuentran distribuidos en el sur de Brasil, Noreste de Argentina, este de Paraguay Oriental y Uruguay (Martínez-Crovetto, 1963; Bilenca y Miñaro, 2004; Pallarés *et al.*, 2005). Datos fitogeográficos y paleoecológicos sugieren que los campos son remanentes de los pastizales que existían en condiciones más secas y frías durante los últimos periodos glacial y post-glacial. Los mismos fueron estabilizados por herbivorismo y fuego y expuestos relativamente reciente a la invasión forestal (Behling, 2002; Overbeck y Pfadenhauer, 2007).

Los patrones estructurales y ecológicos observados en los pastizales dependen de las interacciones entre el régimen hídrico, la cobertura vegetal y las perturbaciones causadas por fuego y pastoreo (Pillar y Quadros, 1997). En los pastizales estudiados predominan las formas de vida que resisten el fuego, como son las hemcriptófitas cespitosas, las geófitas y los subarbustos. La mayoría de las especies presentan dinámicas de crecimiento particulares que permiten una brotación rápida después de episodios de perturbación. Las características morfo-funcionales de los pastizales pueden ser consideradas estrategias adaptadas para soportar las condiciones de estrés y perturbaciones en el hábitat (Sarmiento, 1992).

La fenología de las especies presentes en los pastizales depende principalmente de las estaciones y la disponibilidad de agua en el suelo. Durante

los meses de primavera y verano, que corresponden a la estación húmeda, la mayoría de las especies se encuentra en estado reproductivo. En la estación seca, que abarca de abril a octubre, la vegetación herbácea está mayormente seca, formando una importante biomasa inerte en pie. A medida que el suelo también se seca, aparecen incendios periódicos que pueden ser de origen natural o antrópico.

Numerosas áreas ocupadas al inicio por los pastizales dentro de San Rafael, han sido transformadas en cultivos o pasturas artificiales. Para las áreas de los pastizales estudiados las principales amenazas para la conservación son el manejo inapropiado de los mismos que conducen al sobrepastoreo y a la degradación del suelo; es importante señalar que la integridad del ecosistema depende de una delicada interdependencia entre los siguientes elementos, propiedades hidrofísicas del suelo, estructura de la vegetación y disponibilidad adecuada del agua (Cuesta y De Bievre, 2008).

Se observó además la presencia de factores que influyen en el equilibrio del ecosistema, como ejemplos se mencionan la fragmentación del paisaje, la construcción de carreteras, prácticas agrícolas y ganaderas intensivas constituyendo éstas barreras que impiden el natural movimiento de las especies. Los incendios son uno de los factores preponderantes para la selección de la sobrevivencia de las especies y la prevención de la invasión forestal en los pastizales. Los incendios muy frecuentes degradan el suelo y conducen al empobrecimiento de los pastizales.

Los pastizales de campo alto son los que presentan mayor diversidad, el re-

levamiento arrojó un total de 139 especies, en su mayoría herbáceas. La mayor diversidad se debe a que existen mejores condiciones edáficas dado que son sitios o suelos con menor grado de saturación de agua. Según Sarmiento (1992), los suelos de las sabanas se sitúan entre los menos fértiles. Únicamente cuando las condiciones de drenaje restringen el lavado de nutrientes, el status nutritivo del suelo puede llegar a ser algo mejor como en el caso de los campos altos.

Los pastizales de campo bajo presentan suelos saturados de agua, lo que sería un factor limitante para la presencia de mayor diversidad de especies. Las especies presentes son en su mayoría higrófilas, con numerosos representantes de la familia Cyperaceae. Una de las características estructurales más resaltantes de este tipo de sabanas es la total inexistencia de elementos leñosos.

CONCLUSIONES

Los pastizales de la Reserva San Rafael albergan altos niveles de biodiversidad. El estrato herbáceo relativamente continuo se encuentra dominado por Poaceae y Cyperaceae cespitosas. Otras formas de vida importantes que fueron encontradas son hierbas postradas y apoyantes, geófitas y subarbustos pertenecientes principalmente a las familias Asteraceae, Verbenaceae y Fabaceae.

Se caracterizaron dos comunidades vegetales distintas, el campo alto con una mayor riqueza de especies (87) y el campo bajo, con menor número (25). La cantidad total de especies registradas fue de 139.

Los pastizales, son sitios de alta bio-

diversidad, importantes en el ecosistema para la regulación y la disponibilidad del agua y en la cadena trófica por formar la plataforma primaria para la alimentación de la fauna herbívora nativa, además de ser fuente de alimentación para el ganado, efectivizándose de esta manera el aprovechamiento sustentable donde la conservación y el uso pueden converger en un sentido amplio.

Es necesaria la implementación de otros estudios de flora y vegetación, en especial en bosques y pastizales, ya que los primeros constituyen una formación vegetal altamente amenazada por el avance de las fronteras agrícolas y antropogénicas.

AGRADECIMIENTOS

A Guyra Paraguay por el financiamiento parcial del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

APG IV (Angiosperm Phylogeny Group IV). (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20. doi: 10.1111/boj.12385.

Bacigalupo, N. M. (1996). Flora del Valle de Lerma-Rubiaceae Juss. Salta, Rca. Argentina. *Aportes Botánicos de Salta-Ser. Flora. Vol. 4, N° 3.* 1-47 p.

Barros, M., Borsini, O., Correa, M., Crespo, S., Giardelli, M. L., Perez-Moreau, R., y Ravenna, P. F. (1969). Flora Patagónica. Parte II – Typhaceae a Orchidaceae (Excepto

Gramineae). Colección Científica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires, Argentina.

- Basualdo, I., y Soria, N. (2002). 100 Especies del Cerrado en Paraguay. Departamento de Botánica. Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de Asunción. Missouri Botanical Garden. Paraguay.
- Behling, H. (2002). South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol.* 177: 19-27. Accessed at [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-0182\(01\)00349-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-0182(01)00349-2).
- Bilenca, D., y Miñaro, F. (2004). Identificación de áreas valiosas de pastizal en las Pampas y Campos de Argentina, Uruguay y sur de Brasil (AVPs). Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- Bordignon Ceolin, G., Sfoggia Miotto, S. T. (2009). O gênero *Collaea* DC. (Leguminosae, Papilionoideae) na Região Sul do Brasil. *Acta bot. bras.* 23(4): 991-998.
- Burkart, A. (1948). Las Especies de “*Mimosa*” de la Flora Argentina. En *Darwiniana. Tomo 8, N° 1* 9-231. San Isidro – Argentina.
- Burkart, A., Troncoso de Burkart, N. S., y Bacigalupo, N. M. (1987). Flora Ilustrada de Entre Rios (Argentina) Parte III Dicotiledoneas Arquiclami-deas. A Salicales a Rosales (incluso Leguminosas). I: N: T: A: Tomo VI, III.
- Cabral, E. L. (1986). Contribución al Estudio del Género *Borreria*, sección *Borreria* (Rubiaceae). En: *Parodiana* 4(1): 133-142.

- Cabral, E. L. (2009). Revisión sinóptica de *Galianthe* subgen. *Galianthe* (Rubiaceae: Spermacoceae), con una sección nueva. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 96: 27–60.
- Cabral, E., y Castro. M. (2007). Palmeras Argentinas-Guía para el reconocimiento. L.O.L.A. literatura of Latin América.
- Cabrera, A. L. Compositae, Compuestas. 158. En: Burkart, A. (1974). Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Parte VI Dicotiledoneas Metaclamideas (Gamopétalas), B: Rubiales, Cucurbitales, Campanulares (Incluso Compuestas). Colección Científica del I.N.T.A., Tomo VI, VI. Argentina.
- Cabrera, A. L., & Freire, S. E. (1998). Compositae V. Conservatoire et Jardin botaniques de Genève-Missouri Botanical Garden. Flora del Paraguay 27.
- Cabrera, A. L., Dematteis, M., & Freire, S. E. (2009). Compositae VI. Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève. Flora del Paraguay – 39.
- Candido, C. P. (2005). A Família Melastomataceae na Serra do Cabral-MG: Tribos Melastomeae, Merianieae e Miconieae. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005. 110p. Il. Disponível em: <<http://cutter.unicamp.br/document/?codevtls000366751>>. EN: <https://sites.google.com/site/florasbs/melastomataceae/tibouchina-gracilis>
- Carranza González, E. (2005). Registro de *Convolvulus crenatifolius* Ruiz & Pavón (Convolvulaceae) en México. *Acta botánica mexicana*, (73), 59-68.
- Recuperado en 21 de marzo de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512005000400003&lng=es&tlng=es.
- Cartes, J. L., y Yanosky, A. (2006). La Cordillera y el Cerro San Rafael: un capítulo particular en la conservación del BAAPA en Paraguay. En: CARTES, J.L. 2006. El Bosque Atlántico en Paraguay; Biodiversidad, Amenazas y Perspectivas. State of Hotspots Series. Conservation International – Center of Applied Biodiversity Science – Guyra Paraguay. Asunción. 177-201 pp.
- Castro, S. V., y Giulietti, A. M. (2009). Levantamento das espécies de Scrophulariaceae sensu lato nativas do Brasil. São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas. Pesquisas, Botânica N° 60:7-288
- Centro de Datos para la Conservación. (1990). Áreas Prioritarias para la Conservación de la Región Oriental del Paraguay. Centro de Datos para la Conservación. Subsecretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente.
- Chautems, A. (1993). Gesneriaceae. En: R. Spichiger & L. Ramella. Flora de Paraguay 22.
- Coelho, V. P. de M., Agra, M. de F., & Baracho, G. S. (2008). Flora da Paraíba, Brasil: Polygala L. (Polygalaceae). *Acta Botanica Brasilica*, 22(1), 225-239.
- Conservación de los Pastizales del Mercosur-Un desafío para cuatro naciones. (2004). Boletín divulgativo elaborado por: Aves Argentinas, Aves Uruguay, Guyra Paraguay, Bird Life

- International.
- Cristobal, C. (2007). Sterculiaceae de Paraguay. I. *Ayenia*, *Byttneria*, *Guazuma*, *Helicteres*, *Melochia* y *Sterculia*. *Bonplandia*. Vol. 16 (1.2): 5-142.
- Cuesta C., F., & De Bievre, B. (2008). Appendix 2 -Compendium of Regional Templates on the Status of Temperate Grasslands Conservation and Protection. Prepared for The World Temperate Grasslands Conservation Initiative Workshop Life in a Working Landscape: Towards a Conservation Strategy for the World's Temperate Grasslands. IUCN-WC-PA- Temperate Grasslands Conservation Initiative. 178 pp. Accessed at https://cmsdata.iucn.org/downloads/app_2_comp_of_regional_grassland_templates.pdf
- De Egea, J., y Balbuena, C. (2011). Adopción de los Criterios de Altos Valores de Conservación de Recursos Naturales en la Reserva San Rafael. WWF – Guyra Paraguay. Asunción.
- Dempster, L. T. (1990). The genus *Gallium* (Rubiaceae) in South America. IV. *Allertonia* 5(3): 283-345.
- Dietrich, W. (1977). Out American Species of *Oenothera* Sect. *Oenothera* (*Raimannia*, *Renneria*; Onagraceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 64(3):425-626.
- Duré, R., & Molero, B. J. (2010). Flora del Paraguay-Lythraceae. Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Geneve.
- Epling, C. (1938). Las Labiadas de la Argentina, Paraguay y Uruguay. Universidad Nacional de la Plata, Instituto del Museo. Buenos Aires, Argentina.
- Esquivel, M. A., y Peris, S. (2011). Aves de San Rafael. Universidad de Salamanca / Asociación Pro Cosara, Asunción, Paraguay.
- Esteves, G. L., Duarte, M. C., & Takeuchi, C. (2014). Sinopse de *Hibiscus* L. (Malvoideae, Malvaceae) do Estado de São Paulo, Brasil: espécies nativas e cultivadas ornamentais. *Hoehe*, 41(4), 529-539. <https://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-10/2014>.
- Ezcurra, C., Endress, M. E., & Leeuwenberg, A. J. M. (1992). Apocynaceae. Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève. *Flora del Paraguay* – 17. 121.
- Ezcurra, C. (1999). Flora del Valle de Lerma. Acanthaceae Juss. *Aportes Botánicos de Salta – Ser. Flora. Salta, Rca. Argentina*. Vol. 6 (4): 1-58.
- Fabbroni, M., y Lozano, E. C. (2013). Flora del Valle de Lerma-Fabaceae Lindl. Tribu Crotalariaeae (Benth.) Hutch. Salta, Rca. Argentina. *Aportes Botánicos de Salta-Ser. Flora*. Vol. 11, Nº 16. 1-23.
- Flora Argentina. (2018). En: <http://www.floraargentina.edu.ar>. Enero 2018
- Flora del Cono Sur, Darwinion. (2016). Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur. Accessed at <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>. Agosto 2016
- Fontella Pereira, J., Cáceres Moral, S. A., & Britto de Goes, M. (2010). Notulae ad Floram paraquaiensem, 106. Sinopsis y tipificaciones de las especies del género *Oxypetalum* R. Br. (Asclepiadaceae) en Paraguay. *Genève, Conservatoire et Jardin Botaniques*. *Candollea* 65(2): 393-402.

- Fryxell, P. A. (1978). Neotropical segregates from *Sida* L. (MALVACEAE). *Brittonia*, 30(4): 447-462.
- Fryxell, P. A. (1999). *Pavonia* Cavanilles (Malvaceae). *Fl. Neotrop. Monogr.* 76. 2-284.
- Giuliano, D. (2001). Clasificación infragenérica de las especies argentinas de *Baccharis* (Asteraceae, Astereae). *Darwiniana* 39(1-2): 131-154.
- Goldenberg, R., Baumgratz, J. F. A., & El Rei Souza, M. L. D'. (2012). Taxonomía de Melastomataceae no Brasil: retrospectiva, perspectivas e chave de identificação para os gêneros. *Rodriguésia*, 63(1), 145-161. <https://dx.doi.org/10.1590/S2175-78602012000100011>.
- Gómez-Laurito, J. (2003). Cyperaceae, In B. H. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora. (eds.). *Manual de Plantas de Costa Rica*. Missouri Bot. Garden, INBIO, Museo nacional de Costa Rica, San José, Costa Rica. 458-551
- Gómez, S. E. (2012). Flora del Valle de Lerma-Polygalaceae. *Aportes Botánicos de Salta – Ser. Flora. Salta, Rca. Argentina. Vol. 4.* (4): 1-22.
- Guaglianone, E. R., y Hurrell, J. A. (2009). Smilacaceae. En: Hurrell, J. A. & al. *Flora Rioplatense Parte 3 – Monocotiledóneas. Vol 4. Asparagales, Dioscorales y Liliales. 1ra Edic.* Guyra Paraguay. (2005). *Atlas de las aves del Paraguay*. Asunción, Paraguay: Guyra Paraguay.
- Hoc., P. S. (1992). *Calliandra* (Leguminosae, Mimosoideae) en la Argentina. *Darwiniana* 31(1-4):199-222.
- Hurrell, J. A., y Delucchi, G. (2012). Flora del Valle de Lerma-Fam. *Herreriaceae* Endl. *Aportes Botánicos de Salta – Ser. Flora. Salta, Rca. Argentina. Vol. 11* (12): 1-6.
- Krapovickas, A., y Fryxell, P. A. (2004). Las especies sudamericanas de *Hibiscus* secc. *Furcaria* (Malvaceae-Hibisceae). *Bonplandia* 13 (1-4): 35-115.
- Landrum, L. R. (2005). A Revision of the *Psidium grandifolium* complex (Myrtaceae). *SIDA, Contributions to Botany Vol. 21* No 3; 1335-1354. The Botanical Research Institute of Texas, Inc.
- Lourteig, A. (1980). Oxalidaceae. Family: 84. En: Woodson, R.E. Jr.; R. W. Schery et al. *Flora of Panamá. Parte IV. Annals of the Missouri Botanical Garden*.
- Lucena, I. D., Novara, L. J., Cuezco, A. R. (h). (2001). Flora del Valle de Lerma-Apiaceae Lindl. Salta, Rca. Argentina. *Aportes Botánicos de Salta - Ser. Flora. Vol. 6*, Nº 10. 60
- Martínez-Crovetto, R. (1963). Esquema fitogeográfico de la provincia de Misiones. *Bonplandia* 1(3): 171-223.
- Mendoza, M., & Watson, M. F. (2008). Four new species of *Eryngium* L. (Apiaceae) from the inter-Andean dry valleys of Bolivia. *Conservatoire et Jardin Botaniques de Genève. Candollea* 63(1): 5-16.
- Miñarro, F., Martínez, U., Bilencia, D., & Olmos, F. (2008). Río de la Plata Grasslands or Pampas & Campos (Argentina, Uruguay and Brazil). En: *Temperate Grasslands of South America. Hohhot, China*, pp. 24-33
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de muestreo y Análisis en Ecología*

- Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia.
- Múlgura de Romero, M. (1999). Vitaceae. En: Spichiger, R. & L. Ramella (Eds.). Flora del Paraguay 30. Conservatoire et Jardín Botanique Genève & Missouri Botanical Garden. 37.
- Múlgura, M. E., O'Leary, N., & Rotman, A. (2012). Dicotyledonae. Verbenaceae. In: Anton, A.M. & Zuloaga, F. O. (Eds.) Flora Argentina 14. Estudio Sigma, Buenos Aires, pp. 1–220.
- Muñoz, J. D. (1990). Anacardiaceae. En: R. Spichiger & L. Ramella. *Flora de Paraguay. 14*:7-84.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858. <http://doi.org/10.1038/35002501>.
- Novara, L. J., L. Katinas y Urtubey, E. (1995). Flora del Valle de Lerma-Asteraceae Bercht. & J. Presl Tribu 10. Mutisieae Cass. *Aportes Botánicos de Salta - Ser. Flora, Vol. 3*. Nº 1, 86.
- O'Donnell, C. A. (1948). Convolvulaceas argentinas y paraguayas, nuevas o críticas. Universidad Nacional de Tucumán-Instituto Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. LILLOA, Revista de Botánica, Tomo XIV. 169-192.
- Olson, D., & Dinerstein, E. (2002). The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89 (2): 199-224. <http://documents.worldbank.org/curated/en/957541468270313045/pdf/multi-page.pdf>
- Overbeck, G. E., & Pfadenhauer, J. (2007). Adaptive strategies in burned subtropical grassland in southern Brazil. *Flora* 202: 27-49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2005.11.004>
- Pallarés, O.R., Berretta, E. J. & Maraschin, G. E. (2005). The South American Campos ecosystem. In: J. Suttie, S.G. Reynolds, C. Batello (Eds.) *Grasslands of the World*. FAO, Rome. 171-219.
- Pastore, J. F. B., & Abbott, J. R. (2012). Taxonomic notes and new combinations for Asemeia (Polygalaceae). *Kew Bulletin Vol. 67*:1-13.
- Pennington, T. D. (1990). Sapotaceae. *Flora Neotrópica, Monograph 52*. Organization for Flora Neotropica by The New York Botanical Garden New York. 770.
- Pennington, R. T. (2003). Monograph of *Andira* (Leguminosae-Papilionoideae). *Systematic Botany Monographs Vol. 64*: 1-143
- Pillar, V. D., & Quadros, F. L. F. (1997). Grassland - forest boundaries in southern Brazil. *Coenoses* 12(2-3): 119-126.
- Ramamoorthy, T. P., & Zardini, E. M. (1987). The systematics and evolution of *Ludwigia* sect. *Myrtocarpus* sensu lato (Onagraceae). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. Vol. 19*:1-120
- Rodrigo, A. P. (1948). Los *Hibiscus* de la Flora Argentina (Malvaceae). *Revista del Museo de La Plata, Sección Botánica* 7:111-152.
- Rogers, D. J. (1951). A revisión of *Stillingia* in the New World. *Annales of the Missouri Botanical Garden* 38 (3): 207-259.

- Rotman, A.D. (1994). Las especies argentinas del género *Myrcia* (Myrtaceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 30(1-2): 81-93.
- Rugolaski, L. D. (2009). Os generos *Eriosema* (DC.) Desv. e *Rhynchosia* Lour. (Leguminosae-Papilionoideae) nos estados do Paraná e de Santa Catarina, Brasil. Dissertacao de Mestrado. Programa de Pós-Graduacao em Botânica. Instituto de Biociências. Universidade Federal de Rio Grande do Sul.
- Sarmiento, G. (1992). Adaptive strategies of perennial grasses in South American savannas. *J. Veg. Sci.* 3: 325-336.
- Secretaria del Ambiente. (2002). Evaluación Ecológica Rápida-Reserva San Rafael. Proyecto PAR/94/001/PNUD/DINCAP/MAG.
- Silva da Costa, C., Silva Flores, A., Schütz Rodrigues, R. (2012). A família Polygalaceae em uma área de savana em Roraima, Brasil. *R. bras. Bioci.*, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 468-480. Disponível on-line em <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2233>.
- Smith, L. B., Downs, R. J., & Klein, R. M. (1988). Euforbiáceas. In: Reitz, P. R. *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí, SC: 408
- Soria Rey, N., Basualdo, I. Z., & Stevens, W. D. (1998). Las compuestas del Parque Nacional Cerro Corá – Paraguay. *Rojasiana* 4 (2) 164-245.
- Souza, V. C. (2003). Scrophulariaceae In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Melhem, T.S., Giulietti, A.M., Kirizawa, M. (Eds.) *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. Instituto de Botânica, São Paulo, vol. 3, pp: 297-322.
- Spichiger, R., Palese, R., Chautems, A. & Ramella, L. (1995). Origin, affinities and diversity hot spots of the Paraguayan dendronfloras. *Candollea* 50: 515- 537.
- Strong, M. T. (2006). Taxonomy and Distribution of *Rhynchospora* (Cyperaceae) in the Guianas, South America. Smithsonian Institution. Contributions from the United States National Herbarium. Volume 53. Department of Botany National Museum of Natural History. Washington, DC. 164 p
- Takeuchi, C., Affonso, P., Chukr, N. S. (2008). Levantamento de Iridaceae Juss. No Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 51-63, jun. Disponível en: <http://www.iflorestal.sp.gov.br/publicacoes/revista_if/rev20-1pdf/51-63.pdf>
- The International Plants Names Index. (2016). Accessed at <http://www.ipni.org/>. June 2016.
- The Plant List. (2016). Accessed at <http://www.theplantlist.org/>. June 2016.
- TROPICOS. (2016). Missouri Botanical Garden. Accessed at <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APWeb/>. Mayo 2016.
- Ulibarri, E. A. (1996). Sinopsis de *Caesalpinia* y *Hoffmannseggia* (Leguminosae-Caesalpinioidae) de Sudamérica. *Darwiniana*: 33(1-4): 299-348.
- Vanni, R. O. (2001). The genus *Desmodium* (Leguminosae, Desmodioideae) in Argentina. *Darwiniana* 39(3-4): 255-285.

- Vera, M., Esquivel, A., & Peris, S. J. (2014). Flora de San Rafael: guía de árboles y arbustos comunes. Universidad de Salamanca-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción-wildlife Paraguay. Asunción, Paraguay.
- Wurdack, J. J. (1962). Melastomataceae of Santa Catarina. *Sellowia* 14: 109-217.
- Xifreda, C. C., & Mallo, A. C. (2004). Las Especies Argentinas de *Glechon* (Lamiaceae, Mentheae). *Darwiniana* 42(1-4): 333-346.
- Zuloaga, F. O., Belgrano, M. J. y Anton, A. M. (Eds.) (2013). Solanaceae. Flora Argentina., Estudio Sigma Buenos Aires. Vol. 13, pp. 1-349.
- Zuloaga, F. O., Morrone, O., Rúgolo de Agrasar, Z. E., Anton, A. M., Arriaga, M. O., y Cialdella, A. M. (1994). Flora del Paraguay – 23. Gramineae V. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève-Missouri Botanical Garden.
- Zuloaga, F. O., Morrone, O., & Pensiero, J. F. (2014). Flora del Paraguay – 45. Gramineae V. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève.
- Zuloaga, F. O., Rúgolo, Z. E., & Anton, A. M. (2012). Flora Argentina, Flora Vascular de la Republica Argentina,- Monocotyledonae, Poaceae: Aristidoideae a Pharoideae. Vol. 3, Tomo I.

Funga del Parque Nacional Ybycuí: listado preliminar de especies de macrohongos y nuevas citas para Paraguay

Campi, M.^{1*}; Maubet, Y.¹; Cristaldo, E.¹; Mancuello, C.¹; Robledo, G.^{2,3,4}

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Laboratorio de Recursos Vegetales-Área Micología

²Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias, BioTecA3 – Centro de Biotecnología Aplicada al Agro y Alimentos, Córdoba, Argentina

³CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

⁴Fundación Fungicosmos

*E-mail del autor: geraldinecampi@gmail.com

Funga del Parque Nacional Ybycuí: listado preliminar de especies de macrohongos y nuevas citas para Paraguay. El auge del estudio de macrohongos en el Paraguay en los últimos años ha marcado un antes y un después en la historia micológica del país. La necesidad de información científica de base en micología, incentiva el estudio y relevamiento de áreas protegidas con la finalidad de dar a conocer la funga del país. Se realizaron cuatro campañas de colectas en el Parque Nacional Ybycuí (comienzo de Bosque Atlántico del Alto Paraná y finales de Chaco Húmedo) durante el período 2019-2020, y como resultado se registraron 77 especies de macrohongos distribuidos en 31 familias. La familia con más representantes fue Polyporaceae con 15 especies. Se citan 14 especies por primera vez para el Paraguay. **Palabras claves:** diversidad fúngica, Funga, micobiota, Polyporaceae, Bosque Atlántico del Alto Paraná

Funga of the Ybycui National Park: preliminary list of species of macrofungi and new citations for Paraguay. The peak in the study of macrofungi in Paraguay in recent years has marked a before and an after in the fungal history of the country. The need for scientific information in mycology encourages the study of protected areas in order to publicize the funga of the country. Four field campaigns were carried out during 2019-2020 in the Ybycui National Park, resulting in the identification of 31 families and 77 species of basidiomycetes and ascomycetes. The family with the most representative members was Polyporaceae, with 15 species. Fourteen new species were cited for Paraguay.

Keywords: Fungal diversity, Funga, mycobiota, Polyporaceae, Alto Paraná Atlantic Forest

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Ybycuí (PNY) es un área silvestre protegida de 5000 ha y fue establecido en 1973 a 150 km de Asunción en el departamento Paraguairí y protege la zona de inicio de la ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná (Dinerstein *et al.*, 2017). Durante la

guerra de la Triple Alianza, gran parte del bosque fue talado y quemado para la fabricación del hierro y algunos de los trabajos en este metal se pueden observar en Santa Rosa, en la entrada suroeste del parque (Hayes y Sharf, 1995). A pesar del uso que se le ha dado al parque, éste sigue siendo una de las principales áreas de reserva natural circundante a la

ciudad capital del Paraguay con un bosque subtropical que alcanza los 30 metros de altura. Se han desarrollado numerosos relevamientos taxonómicos de diferentes grupos de flora y fauna (Pin et al., 1996; Hayes y Sharf, 1995; Bernié et al., 2019; De Fox et al., 2019).

Existen registros de macrohongos para el Parque Nacional Ybycuí enmarcados en el estudio de grupos taxonómicos puntuales. Se han registrado a la fecha, 11 especies de basidiomicetes; 4 especies de la familia *Hymenochaetaeaceae*: *Fuscoporia gilva* (Schwein.) T. Wagner y M. Fisch., *Fuscoporia rhabbarbarina* (Berk.) Groposo, Log.-Leite y Góes-Neto, *Hymenochaete iodina* (Mont.) Baltazar y Gibertoni y *Phylloporia chrysites* (Berk.) Ryvardeen (Maubet et al., 2020); y 7 especies de hongos gasteroides: *Calvatia rugosa* (Berk. y M.A. Curtis) D.A. Reid, *Cyathus earlei* Lloyd, *Cyathus poeppigii* Tul. y C. Tul., *Cyathus limbatus* Tul. y C. Tul., *Geastrum pusillipilosum* J.O. Sousa, Alfredo, R.J. Ferreira, M.P. Martín y Baseia, *Lysurus sphaerocephalum* (Schltdl.) Hern. Caff. et al., y *Myriostoma calongei* Baseia, J.O. Sousa y M.P. Martín (Campi et al., 2021a). Sin embargo hasta el momento no se ha realizado un estudio de relevamiento de la diversidad de hongos macroscópicos.

La falta de información científica acerca de la Funga de los Parques Nacionales de referencia del país, es una realidad vigente que necesita ser atendida. Los avances en los proyectos de manejo y conservación de las especies de Fauna, Flora y Funga dependen de la actualización de los datos de las campañas de relevamiento actuales. En este contexto el

objetivo del presente trabajo fue realizar el primer relevamiento de especies de macrohongos que se distribuyen en los remanentes de bosque, que son el límite de distribución de la formación Bosque Atlántico del Alto Paraná.

Con este aporte se busca la inclusión de la Funga en los programas de conservación de la biodiversidad de los Parques Nacionales del Paraguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron campañas de muestreo entre los años 2019 y 2020 en el Parque Nacional Ybycuí Departamento Paraguari, Paraguay (Figura 1) (26°05'44"S 56°50'19"O).

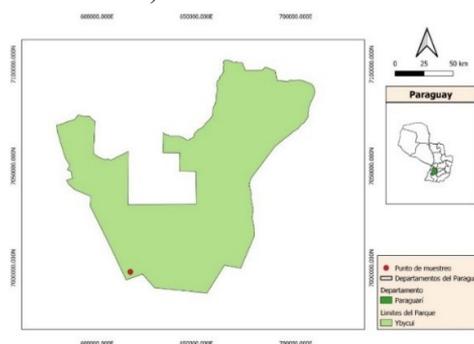


Figura 1. Ubicación del Parque Nacional de Ybycuí, Departamento Paraguari, Paraguay

Los materiales fueron secados y debidamente herborizados siguiendo los protocolos establecidos por Wu et al., (2004) para su posterior depósito en el Herbario FACEN. Las descripciones macroscópicas se basaron en material fresco, siguiendo los lineamientos propuestos por Miller y Miller (1988), Wright y Albertó (2002) y Gómez-Montoya et al., (2017). Las características microscópicas se describieron a partir cortes montados en KOH al 5%, floxina al

1%, rojo Congo Amoniaca, reactivo de Melzer observados en microscopio óptico (Robledo y Urcelay 2009; Campi *et al.*, 2018a; Domínguez *et al.*, 2021). La sistemática y la autoría de los nombres científicos fueron tomadas de las bases de datos de hongos Mycobank (website), IndexFungorum (website).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se citan por primera vez para el Paraguay 14 especies distribuidas en 10 familias (Tabla 1).

Con respecto a la familia Polyporaceae, esta comprende numerosos géneros constituidos por especies perennes o cuyo ciclo reproductivo (representado por los esporomas), es más prolongado que el de las especies de la familia Agaricaceae; por lo que es de esperar contar con mas diversidad en el grupo.

Un dato ecológico relevante fue el registro de la especie parásita *Laetiporus gilbersonii* en especies nativas de Myrtaceae. La especie fue reportada anteriormente como parásita exclusiva de *Eucalyptus* sp. (Burdall y Banik, 2001). Este salto de hospedero podría deberse a una adaptación evolutiva para la colonización de especies nativas.

Agaricaceae

Agaricus trisulphuratus Berk.

Distribución: Paraguari (este trabajo).
Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Mayo 2019, M. Campi 397 (FACEN).

Cyathus earlei Lloyd

Distribución: Paraguari (Campi *et al.*, 2021a).

Material examinado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 453 (FACEN).

Cyathus limbatus Tul. y C. Tul

Distribución: Alto Paraguay, Central (Maubet *et al.*, 2017); Paraguari (Campi *et al.*, 2021a).

Material examinado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 389 (FACEN).

Cyathus setosus H.J. Brodie

Distribución: Paraguari (Maubet *et al.*, 2017).

Material examinado: Departamento Paraguari, Ciudad Paraguari, 15 mayo 2017, F. Piris Da Motta 391 (FACEN).

Leucocoprinus birnbaumii (Corda) Singer.

Distribución: Central (Campi *et al.*, 2015); Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 451 (FACEN).

Leucocoprinus fragilissimus (Berk. y M.A. Curtis) Pat.

Distribución: Paraguari (este trabajo).
Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 494 (FACEN).

Auriculariaceae

Auricularia delicata (Mont.) Henn.

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 470 (FACEN).

Auricularia fuscosuccinea (Mont.) Henn.

Distribución: Alto Paraná (Gullón, 2011) Paraguari (este trabajo); San Pedro (Campi *et al.*, 2013).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 22 Septiembre 2018, M. Campi 309 (FACEN).

Auricularia nigricans (Sw.) Birkebak, Looney y Sánchez-García

Distribución: Central (Campi *et al.*, 2018a); Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 484 (FACEN).

Cordyceps sp. Fr.

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Mayo 2019, M. Campi 419 (FACEN).

Dacrymycetaceae

Dacryopinax spathularia (Schwein.)

G.W. Martin

Distribución: Paraguari (este trabajo), San Pedro (Campi *et al.*, 2013).

Material revisado: Departamento Para-

guari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 447 (FACEN).

Fomitopsidaceae

Daedalea aethalodes (Mont.) Rajchenb.

Distribución: Alto Paraguay, Central (Popoff, 2000) y Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 506 (FACEN).

Laetiporus gilbertsonii Burds.

Distribución: Cordillera (Campi, 2015); Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 30 Abril 2018, M. Campi 276 (FACEN).

Ganodermataceae

Amauroderma schomburgkii (Mont. y Berk.) Torrend

Distribución: Alto Paraná (Popoff, 2000), Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 374 (FACEN).

Ganoderma australe (Fr.) Pat.

Distribución: Paraguari (Romell, 1901, este trabajo); Presidente Hayes (Romell, 1901).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 479 (FACEN).

Cristataspora flavipora (Murrill) Robledo, Costa-Rezende y de Madrignac Bonzi.

Distribución: Alto Paraguay, Central (Costa-Rezende et al., 2020) y Paraguairí (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguairí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Enero 2020, M. Campi 456 (FACEN).

Geastraceae

Geastrum pusillipilosum J.O. Sousa et al.

Distribución: Paraguairí y Cordillera (Campi et al., 2021a).

Material revisado: Departamento Paraguairí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Enero 2020, M. Campi 369 (FACEN).

Geastrum triplex Jungh.

Distribución: Alto Paraguay (Campi et al., 2018b), San Pedro (Campi y Maubet, 2015) y Paraguairí (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguairí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Enero 2020, M. Campi 460 (FACEN).

Myriostoma calongei Baseia, J.O. Sousa y M.P. Martín

Distribución: Paraguairí (Campi et al., 2021a).

Material revisado: Departamento Paraguairí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Enero 2020, M. Campi 459 (FACEN).

Hygrophoraceae

***Hygrocybe* sp.** (Fr.) P. Kumm.

Distribución: Paraguairí (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguairí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 395 (FACEN).

Hymenochataceae

Fomitiporella umbrinella (Bres.) Murrill

Distribución: Paraguairí (Maubet et al., 2020).

Material revisado: Departamento Paraguairí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Mayo 2019, M. Campi 388 (FACEN).

Fuscoporia gilva (Schwein.) T. Wagner y M. Fisch.

Distribución: Paraguairí (Maubet et al., 2020).

Material revisado: Departamento Paraguairí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 23 Septiembre 2018, M. Campi 303 (FACEN).

Fuscoporia rhabbarina (Berk.) Groppo, Log.-Leite y Góes-Neto

Distribución: Paraguairí (Maubet et al., 2020).

Material revisado: Departamento Paraguairí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 22 Septiembre 2018, M. Campi 298 (FACEN).

Hymenochaete iodina (Mont.) Baltazar y Gibertoni

Distribución: Paraguairí (Maubet et al., 2020).

Campi, M. et al. Funga del Parque Nacional Ybycuí

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 23 Septiembre 2018, M. Campi 364 (FACEN).

Phylloporia chrysites (Berk.) Ryvar den
Distribución: Paraguari (Maubet *et al.*, 2020).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 365 (FACEN).

Lycoperdaceae

***Lycoperdon* sp.** Pers.

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Mayo 2019, M. Campi 416 (FACEN).

Lyophyllaceae

***Calocybe* sp.** Kühner ex Donk

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 377 (FACEN).

Marasmiaceae

Favolaschia calocera R. Heim

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 452 (FACEN).

Marasmius haematocephalus (Mont.) Fr.

Distribución: Alto Paraná (Gullón, 2011), San Pedro (De Madrignac *et al.*, 2013), Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Enero 2020, M. Campi 463 (FACEN).

Marasmius spagazzinii (Kuntze) Sacc. y P. Syd.

Distribución: Paraguari (Spegazzini, 1891, como *M. balansae* Speg.).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 496 (FACEN).

Trogia cantharelloides (Mont.) Pat.

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Mayo 2019, M. Campi 398 (FACEN).

Meruliaceae

Cymatoderma caperatum (Berk. y Mont.) D.A. Reid

Distribución: Alto Paraná (Gullón, 2011), Caaguazú (como *Stereum hydrocrater*, Spegazzini, 1884), Paraguari (como *S. golias*, Spegazzini, 1884, este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Enero 2020, M. Campi 442 (FACEN).

Mycenaceae

Xeromphalina tenuipes (Schwein.) A.H. Sm.

Distribución: Amambay (Campi *et al.*, 2017), Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 22 Septiembre 2018, M. Campi 308 (FACEN).

Polyporaceae

***Datronia caperata* (Berk.) Ryvarden**

Distribución: Alto Paraná, Caaguazú, Guairá (Popoff 2000); Central (como *Polystictus cirrifer*, Spegazzini, 1922); Paraguari (como *P. caperatus*, Spegazzini, 1919; este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 370 (FACEN).

***Earliella scabrosa* (Pers.) Gilb. y Ryvarden 1985**

Distribución: Central (Campi *et al.*, 2018b; Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 13 Junio 2019, Y. Maubet 337 (FACEN).

***Favolus tenuiculus* P. Beauv.**

Distribución: Alto Paraná, Caazapá, Cordillera, Guairá (como *Polyporus tenuiculus*, Popoff, 2000); Central (como *F. tessellatus*, Spegazzini, 1919); Paraguari (como *F. europaeus*, Romell, 1901; este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Mayo 2019, M. Campi 412 (FACEN).

***Fomes fasciatus* (Sw.) Cooke**

Distribución: Alto Paraná, Caazapá, Itapúa (Popoff, 2000); Central (Spegazzini, 1922). Paraguari (Romell, 1901, este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 471 (FACEN).

***Hexagonia papyracea* Berk.**

Distribución: Alto Paraná (Gullón, 2011), Alto Paraguay, Amambay, Boquerón (Popoff, 2000); Central (como *Hexagonia variegata*, Spegazzini, 1919); Concepción (como *H. variegata*, Romell, 1901); Paraguari (como *H. variegata*, Spegazzini, 1919; este trabajo); San Pedro (como *H. variegata*, Spegazzini, 1922).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Enero 2020, M. Campi 476 (FACEN).

***Lentinus crinitus* (L.) Fr.**

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 487 (FACEN).

***Microporellus dealbatus* (Berk. y M.A. Curtis) Murrill**

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Enero 2020, M. Campi 465 (FACEN).

***Panus neostrigosus* Drechsler-Santos y Wartchow**

Distribución: Central (como *Lentinus*

levis, Campi *et al.*, 2018b); Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 12 Junio 2019, Y. Maubet 334 (FACEN).

Panus velutinus (Fr.) Fr.

Distribución: Alto Paraná (Guón, 2011), Cordillera (como *Lentinus velutinus*, Pegler, 1983); Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 485 (FACEN).

Pycnoporus sanguineus (L.) Murrill

Distribución: Alto Paraná, Caazapá (Popoff, 2000), Central (como *Polystictus cinnabarinus*, Spegazzini, 1919), Paraguari (Popoff, 2000; este trabajo), Pdte Hayes (Popoff, 2000).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Noviembre 2019, M. Campi 402 (FACEN).

Polyporus tricholoma Mont.

Distribución: Alto Paraná (Popoff, 2000), Paraguari (Popoff, 2000; este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 481 (FACEN).

Trametes elegans (Spreng.) Fr.

Distribución: Boquerón (como *Lenzites elegans*, Popoff, 2000), Central (como *Trametes ambigua*, Spegazzini, 1919), Paraguari (como *L. elegans*, Popoff, 2000; este trabajo), San Pedro (como *L.*

elegans, Popoff, 2000).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 454 (FACEN).

Trametes pavonia (Hook.) Ryvarden

Distribución: Central (como *Polystictus pavonius*, Spegazzini, 1926) Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 477 (FACEN).

Trametes polyzona (Pers.) Justo

Distribución: Alto Paraná (Popoff, 2000), Central, Concepción (como *Polyporus occidentalis*, Romell, 1901), Itapúa (Popoff, 2000), Pdte Hayes (como *P. occidentalis*, Romell, 1901), Paraguari (Popoff, 2000; este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 13 Junio 2019, Y. Maubet

Trametes villosa (Sw.) Kreisel

Distribución: Alto Paraná (Popoff, 2000), Central (como *Polystictus pinsitus*, Spegazzini, 1922), Cordillera (como *Hexagonia friesiana*, Spegazzini, 1888), Itapúa (Popoff, 2000), Paraguari (como *H. friesiana*, Spegazzini, 1883; este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 466 (FACEN).

Gloeophyllaceae

Stiptophyllum erubescens (Berk.) Ry-

varden

Distribución: Alto Paraná, Guairá (como *Gloeophyllum erubescens*, Popoff, 2020); Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Noviembre 2019, M. Campi 421(FACEN).

Phallaceae

Lysurus sphaerocephalum (Schltdl.) Hern. Caff., Urcelay, Hosaka y L.S. Domínguez.

Distribución: Paraguari (Campi *et al.*, 2021).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Enero 2020, M. Campi 472 (FACEN).

Phallus indusiatus Vent.

Distribución: Central (Maubet *et al.*, 2018); Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Noviembre 2020, M. Campi 504 (FACEN).

Physalacriaceae

Cyptotrama asprata (Berk.) Redhead y Ginns

Distribución: Paraguari (este trabajo); San Pedro (Campi *et al.*, 2013)

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Noviembre 2019, M. Campi 443 (FACEN).

Dactylosporina steffenii (Rick) Dörfelt
Distribución: Paraguari (este trabajo); San Pedro (como *Oudemansiella steffe-*

nii, Campi *et al.*, 2013).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 380 (FACEN).

Hymenopellis radicata (Relhan) R.H. Petersen

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 407 (FACEN).

Oudemansiella canarii (Jungh.) Höhn.

Distribución: Alto Paraná (Gullón, 2011), Central (Campi *et al.*, 2018b); Paraguari (este trabajo); San Pedro (Campi *et al.*, 2013).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 498 (FACEN).

Pleurotaceae

Hohenbuehelia petaloides (Bull.) Schulzer 1866

Distribución: Central (Campi *et al.*, 2018b); Paraguari (como *Pleurotus petaloides*, Spegazzini, 1888; este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 506 (FACEN).

Pluteaceae

Pluteus sp. Fr.

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional

Campi, M. et al. Funga del Parque Nacional Ybycuí

Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 489 (FACEN).

***Volvariella* sp.** Speg.

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 492 (FACEN).

Psathyrellaceae

Coprinellus disseminatus (Pers.) J.E. Lange.

Distribución: Asunción (como *Psatyrella disseminata*, Spegazzini, 1922) Paraguari (como *Coprinus disseminatus*, Campi et al., 2013; este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 12 Junio 2019, Y. Maubet 335.

Pterulaceae

Myrmecopterula moniliformis (Henn.) Leal-Dutra, Dentinger y G.W. Griff.

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 400 (FACEN).

Rickenellaceae

Cotylidia aurantiaca (Pat.) A.L. Welden

Distribución: Alto Paraná, Caazapá (Popoff, 2000), Central (como *Thelephora aurantiaca*, Spegazzini, 1919), Paraguari (*T. aurantiaca*, Spegazzini, 1883; este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional

Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 013 (FACEN).

Cotylidia diaphana (Cooke) Lent

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Enero 2020, M. Campi 445 (FACEN).

Sarcoscyphaceae

Phillipsia olivacea Rick

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Mayo 2019, M. Campi 411 (FACEN).

Cookeina colensoi (Berk.) Seaver

Distribución: Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 366 (FACEN).

Cookeina tricholoma (Mont.) Kuntze

Distribución: Alto Paraná (Gullón, 2011) Paraguari (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 371 (FACEN).

Schizophyllaceae

Schizophyllum commune Fr.

Distribución: Asunción, Central, Guairá, Itapúa (como *Schizophyllum akneum*, Spegazzini, 1922); Paraguari (este trabajo), San Pedro (Campi et al., 2013).

Material revisado: Departamento Para-

guarí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 13 Junio 2019, Y. Maubet 336 (FACEN).

Steccherinaceae

Steccherinum undigerum (Berk. y M.A. Curtis) Westphalen y Tomšovský
Distribución: Central, Guairá (como *Junghuhnia undigera*, Popoff, 2000); Paraguarí (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguarí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 30 Abril 2018, Y. Maubet 086 (FACEN).

Steccherinum reniforme (Berk. y M.A. Curtis) Banker 1906

Distribución: Alto Paraná (Popoff, 2000), Paraguarí (Popoff, 2000; este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguarí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 474 (FACEN).

Steraceae

Stereum hirsutum (Willd.) Pers.

Distribución: Caaguazú (Popoff, 2000), Central (Spegazzini, 1922), Paraguarí (Popoff, 2000; este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguarí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 367 (FACEN).

Strophariaceae

Gymnopilus purpureosquamulosus Høil.

Distribución: Boquerón, Central (Campi

et al., 2021b); Paraguarí (este trabajo).
Material revisado: Departamento Paraguarí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 486 (FACEN).

Tremellaceae

Tremella fuciformis Berk.

Distribución: Paraguarí (este trabajo).
Material revisado: Departamento Paraguarí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 17 Enero 2020, M. Campi 491 (FACEN).

Tricholomataceae

Filoboletus gracilis (Klotzsch ex Berk.) Singer

Distribución: Alto Paraná (Campi et al., 2017), Paraguarí (este trabajo).

Material revisado: Departamento Paraguarí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 15 Mayo 2019, M. Campi 418 (FACEN).

Leucopaxillus gracillimus Singer y A.H. Sm.

Distribución: Paraguarí (este trabajo).
Material revisado: Departamento Paraguarí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 14 Mayo 2019, M. Campi 405 (FACEN).

Hymenochaetales Insertae Sedis

Trichaptum biforme (Fr.) Ryvar den

Distribución: Central (Campi et al., 2018b); Paraguarí (este trabajo).

Material examinado: Departamento Paraguarí, Ciudad Ybycuí, Parque Nacional Ybycuí, 16 Enero 2020, M. Campi 490 (FACEN).

Trichaptum perrottetii (Lév.) Ryvarden
Distribución: Alto Paraná (Popoff, 2000), Central (como *Polyporus trichomallus*, Spegazzini 1922), Concepción (como *P. trichomallus*, Romell, 1901), Paraguari (como *P. trichomallus*, Romell, 1901; este trabajo).

Material examinado: Departamento Paraguari, Ciudad Ybycui, Parque Nacional Ybycui, 15 Enero 2020, M. Campi 302 (FACEN).



Figura 2. Biodiversidad fúngica del PNY A) *Agaricus trisulphuratus* B) *Calocybe* sp. C) *Leucopaxillus gracillimus* D) *Cookeina tricholoma* E) *Cookeina colensoi* F) *Phillipsia olivacea*

Tabla 1. Distribución y caracteres diagnosticas de los nuevos registros para el Paraguay

Especie	Distribución	Caracteres diagnósticos
<i>Agaricus trisulphuratus</i> Berk. Fig. 2A	Paleotropical (Pegler, 1975)	Píleo hemisférico con tonos amarillentos a naranja, con escamas caedizas, contexto blanquecino, estípite concoloro al píleo y con escamas caedizas, anillo amplio. Hábitat y hábito: sobre tierra, solitario (Pegler, 1975).
<i>Auricularia delicata</i> (Mont.) Henn.	Cosmopolita (Alvarenga <i>et al.</i> , 2015)	Basidioma de 20 a 145 mm de diámetro; pileado-sésil a subestipitado; gelatinoso-cartilaginoso cuando fresco; de tonos amarronados a violáceos. Píleo auriculiforme, ejemplares maduros con el margen ondulado; liso a poco sulcado, superficie pilear velutinosa. Himenóforo reticulado a alveolar. Contexto de 1 a 3 mm de grosor; en una sola capa, de color marrón claro Hábitat y hábito: Lignícola; sobre restos de madera no identificada, gregario.
<i>Favolaschia calocera</i> R. Heim	Especie originaria de Madagascar (Pegler y Rayner, 1969), luego citada para Oceanía (Robinson, 2013), Europa (Vizzini y Zotti, 2002; Arrillaga y Riezu, 2011) e India (Chuzo y Dhkar, 2018).	Píleo semicircular a reniforme, color naranja, glabro; poros concoloros, hexagonales a angulares; estípite excéntrico a lateral, cilíndrico, concoloro. Hábitat y hábito: gregario, lignícola, en troncos y ramas de dicotiledóneas (Singer, 1974; Arrillaga y Riezu, 2011; Chuzo y Dhkar, 2018).
<i>Hymenopellis radicata</i> (Relhan) R.H. Petersen	Encontrada en Europa, América del Norte, África y Asia (Ronikier, 2003; Petersen y Hughes, 2010; Niego <i>et al.</i> , 2021).	Píleo hemisférico a plano-convexo, color ocre, suave cuando seco, viscido cuando húmedo, con pliegues radiales y umbón prominente; estípite central, hueco, concoloro con el píleo, con pseudorizoide; himenóforo de láminas blancas, espaciadas, adnatas. Velo ausente. Esporada blanca. Hábitat y hábito: gregario, en suelo con hojarasca (Ruggero, 2013).

Especie	Distribución	Caracteres diagnósticos
<i>Leucocoprinus fragilissimus</i> (Berk. y M.A. Curtis) Pat.	Pantropical (Halling y Mueller 2005). En Sudamérica citada para Brasil (Rother y Silveira, 2009) y Argentina (Niveiro y Albertó, 2012; Campi et al., 2015).	“se caracteriza por su consistencia membranácea, la coloración blanco-amarillenta con pequeñas escamas amarillas y presentar basidiomas subdelicuescentes” Hábitat y habito: Xilófagos, solitarios, dispersos (Campi et al., 2015)
<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr	Pantropical y Neotropical (Marim et al., 2018; Faria et al., 2019).	Basidioma de 1.2- 5 cm de diámetro, 1.1 -3 cm de longitud. Infunduliforme, depresso, superficie vilosa, de color naranja grisáceo y en el centro vellosidades color café oscuro. Contexto menor al milímetro, color blanco, margen ondulado. Lamelas color naranja grisáceo apretadas, decurrentes, onduladas. Estípites central 1.3- 4.5 cm de largo, 0.1-0.5 cm de diámetro con vellosidades a escamas, diferenciándose en puntos en los más viejos, de color café rojizo marrón (Dávila, 2017).
<i>Microporellus dealbatus</i> (Berk. y M.A. Curtis) Murrill	Neotropical (Drechsler-Santos et al., 2008); desde el sur de Norteamérica, hasta América del Sur (Motato-Vásquez y Mello, 2016)	Píleo circular a reniforme, deprimido en el centro, con la superficie tomentosa con anillos concéntricos grises a blanquecinos; poros angulares con disepimientos de color blanquecino a crema, pesqueños (8-10 poros por mm); estípites lateral a central, concoloro con la superficie del píleo; basidioma duro cuando seco (Motato-Vásquez y Mello, 2016; Rodríguez y Herrera-Fonseca, 2016). Hábitat y hábito: solitario, sobre madera muerta (Rodríguez y Herrera-Fonseca, 2016; Xavier-Santos, 2020).
<i>Myrmecopterula moniliformis</i> (Henn.) Leal-Dutra, Dentinger y G.W. Griff.	Neotropical Brasil (Corner, 1952; Corner, 1970; Leal-Dutra et al., 2020). São Paulo, Serra da Cantareira (Hennings 1904, TYPE); Bahía (Torrend 1914); Pernambuco, Recife (Corner, 1970).	Basidiomas con forma de gota invertida, de hasta 3 cm de altura, moliniformemente ramificado, articulaciones más o menos obpiriformes, de 5–9 × 3–8 mm ancho, adelgazado hacia la base 1–2,5 mm diam., sistema hifal dimítico con abundantes hifas esqueléticas. Basidioma pteruloide de hasta 4.5 cm de altura, base con un estípites robusto de 4 mm diam., incrustado con partículas de arena. Forma palmeada, ramificaciones de 1–2 mm diam., se dilatan hasta 4 mm en las porciones apicales de las ramificaciones, planas. Hábitat y hábito: en suelo (Corner, 1952).

Especie	Distribución	Caracteres diagnósticos
<i>Trogia cantharelloides</i> (Mont.) Pat.	Especie exclusiva de trópicos (Singer, 1944). Distribuida desde Florida-USA hasta Argentina (Cavalcante <i>et al.</i> , 2021).	Píleo infundibuliforme, color café grisáceo; estípite central, sólido; fácilmente reconocida por sus láminas lilas a moradas, decurrentes (Velásquez <i>et al.</i> , 1989; Cavalcante <i>et al.</i> , 2021). Hábitat y hábito: Solitario a gregario, en hojas y suelo que surge de un micelio denso en la hojarasca o en troncos enterrados (Velásquez <i>et al.</i> , 1989; Warchow <i>et al.</i> , 2012, Cavalcante <i>et al.</i> , 2021).
<i>Coylidia diaphana</i> (Schwein.) Lentz	Especie cosmopolita, distribuida en Argentina (Lentz, 1956) y Brasil (Couceiro y de Jesus, 2015).	Basidioma estipitado, infundibuliforme; píleos enteros a partidos en procesos espatulados, margen entero o lacerado, 1,5-4,5 cm de altura × 0,5-3 cm de diam., en el ápice. Estípite de 0,75-3,5 mm diam., superficie crénea rosácea o más oscura, apariencia resinosa translúcida, estriada radialmente y algo zonada; superficie himenial concolora a la superficie del píleo o a veces más pálida, pruinosa. Estípite cubierto de un tomento blanco. Hábitat y hábito: en suelo (Lentz, 1956).
<i>Phillipsia olivacea</i> Rick Fig. 2F	Neotropical, Argentina, Brasil, Ecuador y Venezuela (Hansen <i>et al.</i> , 1999, Calonge <i>et al.</i> , 2006); Costa Rica (Hansen <i>et al.</i> , 1999; Calonge <i>et al.</i> , 2006), México (Ortega-López <i>et al.</i> , 2019).	Apotecios 20-35 mm de diámetro, cupuliformes o discoidales, sésiles o subestipitados, color blanquecino anaranjado a verde-grisáceo en fresco; estípite 5-15 × 3-6 mm, cilíndrico, ventricosos, textura carnosa en fresco a corchosa-quebradiza en seco; superficie himenial lisa, color verde-grisáceo, superficie exterior lisa, color blanquecino anaranjado, margen entero. Hábitat y hábito: lignícola, gregario, crece sobre madera en descomposición, gregarios (Ortega-López <i>et al.</i> , 2019).

Especie	Distribución	Caracteres diagnósticos
<i>Cookeina colensoi</i> (Berk.) Seaver Fig. 2E	Neotropical, Pantropical: Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Guayana Francesa, Jamaica, Nueva Guinea, Panamá, República Dominicana, Trinidad (Guzmán, 2003; Iturriaga y Pfister, 2006, (Grassi et al., 2016; Soto-Agudelo et al., 2016)	Apotecios 20-40 mm de diámetro, cupuliformes, sésiles o subestipitados, lisos, color naranja-amarillento en fresco, pálido-amarillento cuyo secos; estípites 5-10 × 1-3 mm, central o ligeramente excéntrico, cilíndrico, color pálido-amarillento, liso; superficie himenial lisa, color anaranjado-amarillo, superficie exterior color amarillo-pálido, lisa o con pequeños pelos imperceptibles a simple vista, estriada cuyo seca. Hábitat y hábito: lignícola, gregario o solitario, crece sobre madera en descomposición (Ortega-López et al., 2019)
<i>Tremella fuciformis</i> Berk.	Neotropical, alcanzando zonas subtropicales a templadas, Brasil (Cheen-Jen, 2014)	Basidiomas blanquecinos a amarillentos cuyo frescos, de apariencia foliácea y lóbulos simples y delgados, firmes y translúcidos, de consistencia gelatinosa, superficie lisa y brillante, foliosos, lobulados; blancos a blanquecinos, amarillentos con la edad, café amarillentos cuyo secos, de 3.6 a 11.3 cm de diámetro y 2.3 a 3.4 cm de altura. Lóbulos delgados, bifurcados, crenados, enteros, crispados u ondulados. Hábitat y hábito: lignícola, sobre madera en descomposición, solitario a cespitoso, saprófito, generalmente están asociados a <i>Hypoxyton</i> sp. o <i>Annulohypoxyton</i> sp. (Cheen-Jen, 2014; López et al., 2014).
<i>Leucopaxillus gracillimus</i> Singer y A.H. Sm. Fig. 2C	Neotropical, Argentina, Brasil, Caribe (Wright y Wright, 2005; Araújo et al., 2011; Dennis 1952)	Píleo de 57-90 mm diam., plano, ligeramente umbonado a umbonado, rojo sangre a castaño rojizo en el centro, aclarándose a naranja rojizo en el margen, suave, glabro, seco. Margen lisa, entera, incurvada, contexto carnoso, blanco de hasta 14mm de espesor. Láminas adnatas, apretadas con lamélulas. Estípites blanco con ocasionales manchas amarillentas, sólido. Hábitat y hábito: en suelo con mucho material orgánico, micelio abundante; subgregario, (Araújo et al., 2011).

CONCLUSIONES

Se registraron 77 especies de macrohongos para el Parque Nacional Ybycuí distribuidos en 31 familias, de los cuales 14 son nuevas citas para el Paraguay. La familia con mayor número de especies registrada, fue la Polyporaceae con 15 especies, seguido por Agaricaceae e Hy-menochataceae.

Esta investigación constituye el primer trabajo de exploración con respecto a la Funga del Parque Nacional Ybycuí. Los resultados indican que se requieren más campañas de colecta y la introducción de técnicas moleculares, con la finalidad de fortalecer el estudio taxonómico de las especies endémicas de la ecorregión, así como la introducción de la funga en los programas de conservación y divulgación de la información científica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el marco del Proyecto de Investigación PINV18-699. Desarrollo de herramientas moleculares para la identificación taxonómica de hongos de 3 ecorregiones del Paraguay financiado por el Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología CONACYT.

Agradecimientos especiales a la Lic. Patricia Salinas por la confección de mapa geográfico, al Ing. Claus Brehm por el apoyo técnico en las salidas al campo, a los administradores y guardaparques del PNY en especial a la guardaparques Rosa Espínola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarenga, R. L. M., Naves, L. R. R., & Xavier-Santos, S. (2015). The Genus *Auricularia* Bull. ex Juss. (Basidiomycota) in Cerrado (Brazilian Savanna) areas of Goiás state and the Federal District, Brazil. *Mycosphere*, 6, 532-541.
- Araújo, J. P., Coimbra, V. R., y Wartchow, F. (2011). *Leucopaxillus gracillimus* (Tricholomataceae, Basidiomycota): nuevo registro para el Nordeste de Brasil y notas sobre su distribución geográfica. *Kurtziana*, 36(2), 05-09.
- Arrillaga, P., y Riezu, J. (2011). *Favolaschia calocera*, una especie de origen tropical recolectada en el País Vasco. *Boletín Micológico de FAMCAL*, 6, 13-18.
- Bernié, L. M., Mereles, F., y Estrabou, C. (2019). Contribución al estudio de líquenes corticícolas del Parque Nacional Ybycuí, departamento de Paraguari. *Steviana*, 11(1), 42-54.
- Burdsall Jr, H. H., & Banik, M. T. (2001). The genus *Laetiporus* in North America. *Harvard Papers in Botany*, 6, 43-55.
- Calonge, F. D., Mata, M., y Umaña, L. (2006). El género *Phillipsia* (Ascomycota) en Costa Rica, con una clave para identificar las especies. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid*, 30, 35-42.
- Campi, M. (2017). Aislamiento y estudio del extracto bruto de sustancias bioactivas del hongo *Laetiporus sudamericanus* ad int. y sus posibles actividades microbiológicas. Tesis Maestría. Universidad Nacional de

- Asunción.
- Campi M, De Madrignac B, Flecha A, Ortellado A. (2013). Hongos de la Reserva Natural Laguna Blanca. Editorial Salpa S.R.L.
- Campi M. G., Bonzi, B. R. D. M., Rivas, A. M. I. F., y Niveiro, N. (2015). El género *Leucocoprinus* Pat. (Agaricaceae-Agaricomycetes) en el norte de Argentina y Paraguay. *Iheringia. Série Botânica.*, 70(2), 309-320.
- Campi, M., Maubet, Y., Miranda, B., Armoa, J., y Cristaldo, E. (2017). Dos nuevas citas de Mycenaceas para el Paraguay: *Xeromphalina tenuipes* y *Filoboletus gracilis*, un interesante agarical poroide. *Steviana*, 9(1), 16-24.
- Campi, M., De Madrignac, B., y Flecha, A. (2018a). Hongos de Campus Universitario UNA. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UNA San Lorenzo.
- Campi, M., Maubet, Y., y Trierweiler-Pereira, L. (2018b). “Estrellas de tierra” *Geastrum* (Geastraceae, Basidiomycota): nuevas citas para el Pantanal paraguayo. *Steviana*, 10(2), 3-16.
- Campi, M., Maubet, Y., Trierweiler-Pereira L. (2021a). Rediscovery of *Clathrus argentinus* y new contributions to the gasteroid mycobiota of Paraguay. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, 11(1), 90-111.
- Campi, M., Maubet, Y., Grassi, E., Niveiro, N., y Guzmán-Dávalos, L. (2021b). First contribution to the genus *Gymnopilus* (Agaricales, Strophariaceae) in Paraguay. *Rodriguésia*, 72, 1-13.
- Campi, M., y Maubet, Y. (2015). Especies de *Geastrum* (Geastraceae, Basidiomycota) nuevos registros para Paraguay. *Steviana*, 7, 79-88.
- Cavalcante, F.S.A., Campos, M.C.C., y de Lima, J.P.S. (2021). Diversidade de fungos da Família Marasmiaceae no sudoeste da Amazônia. *Educação-Amazonia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente*, 13(2), 61-79.
- Chee-Jen, C.H.E.N. (2018). Biodiversity and Ecology of Fungi, Lichens, and Mosses: Phylogeny of *Tremella* and cultivation of *T. fuciformis* in Taiwan. *Biosystematics and Ecology*, 34, 331 – 358.
- Chuzho, K., y Dkhar, M. S. (2018). Ecological Determinants of Wood-Rotting Fungal Diversity and First Report of *Favolaschia calocera*, an Invasive Species from India. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: *Biological Sciences*, 89(4), 1177-1188.
- Corner, E. J. H. (1970). Supplement to “A monograph of *Clavaria* & allied genera”. Nova Hedwigia Beihefte, 33, 299.
- Corner, E. J. H. (1952). Addenda Glavariaceae II. *Pterula* and *Pterulicium*. *Annals of Botany* 16, 531-569.
- Costa-Rezende, D. H., Robledo, G. L., Drechsler-Santos, E. R., Glen, M., Gates, G., de Madrignac Bonzi, B. R., y Góes-Neto, A. (2020). Taxonomy and phylogeny of polypores with ganodermatoid basidiospores (Ganodermataceae). *Mycological Progress*, 19(8), 725-741.
- Couceiro, D.D.M. y de Jesus, M.A. (2015). Macrofungos (Podoscyphaeae) da região Amazônica incorporada à coleção de fungos lignocelu-

- lolicos/INPA. In IV Congresso de Iniciação Científica do INPA-CO-NIC.
- Dávila, L. R. (2017). Cultivo de *Lentinus crinitus* (L.) Fr sobre residuos agroindustriales y evaluación de la bioactividad de sus extractos. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- De Fox, I. G., Torres, M. E., Barreto, M. B., y Barrozo, N. (2019) Riqueza y variabilidad trófica de especies de murciélagos presentes en el Parque Nacional Ybycui y su zona de amortiguamiento— Departamento Paraguari, Paraguay. *Boletín de Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay*, 23(2), 60–77.
- De Madriagnac, B., Campi, M., Flecha, A., y Ortellado, A. (2013). Nuevos registros del género *Marasmius* (Basidiomycota-Marasmiaceae) para la región de la Reserva Natural Laguna Blanca, San Pedro-Paraguay. *Reportes Científicos de la FACEN*; 4(2), 5-10.
- Decreto 32772 de 1873 [Presidencia de la República del Paraguay]. Por el cual se declara parque nacional un área de 5.000 hectáreas ubicado en el distrito de Ybycui, departamento de Paraguari bajo la denominación de Parque Nacional de Ybycui. 16 de mayo de 1873.
- Dennis, R. W. G. (1952). *Lepiota* and allied genera in Trinidad, British West Indies. *Kew Bull*, 7, 459-499
- Dinerstein, E., Olson, D., Joshi, A., Vynne, C., Burgess, N. D., Wikramanayake, E., & Saleem, M. (2017). An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience*, 67(6), 534-545.
- Dominguez, L. S.; Graciela M. Daniele; Esteban M. Crespo; Nataly Gómez; Alejandro J. Moyano; Eduardo Nouhra; Gerardo Robledo; Carlos Urcelay. (2021). Hongos del Centro de Argentina. Guía ilustrada de las especies más comunes, venenosas y comestibles. Ecoval Editorial, Córdoba, Argentina. 1ª Edición, 432 p.
- Drechsler-Santos, E. R., Groposo, C., & Loguercio-Leite, C. (2008). Additions to the knowledge of lignocellulolytic basidiomycetes in forests from Santa Catarina, Southern Brazil. *Mycotaxon*, 103, 197-200.
- Faria, M; Avelino, K; do Valle, J; da Silva, G; Gonçalves, A; Dragunski, D; Colauto, N; & Linde, G. (2019). Lithium bioaccumulation in *Lentinus crinitus* mycelial biomass as a potential functional food. *Chemosphere*. 235, 538–542.
- Gómez-Montoya, N., Drechsler-Santos, E.R., Ferreira, V., y Tomšovský M. (2017) New insights on *Trametes Tomšovský* (Polyporales Gäum) based on phylogenetic evidences and morphological analyses of neotropical species. *Phytotaxa* 311(2), 155–167.
- Grassi, E. M., Romano, G. M., y Schenone, N. F. (2016). Macrohongos presentes en un área de manejo regenerativo de bosque de Mata Atlántica (Misiones, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 51(2), 223-233.
- Gullón, M. (2011). Hongos superiores de Refugio Tatí Yupí. Biota Itaipu, 15.
- Guzmán, G. (2003). Los hongos de El E-

- dén, Quintana Roo. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México.
- Halling, R.E. y Mueller, G.M. (2005). *Common mushrooms of the Talamanca Mountains, Costa Rica. Memoirs of the New York Botanical Garden* 90, 1-197.
- Hansen, K., D. H. Pfister y D. S. Hibbett. (1999). Phylogenetic relationships among species of *Phillipsia* inferred from molecular and morphological data. *Mycologia* 91(2): 299-314.
- Hayes, F. E., y Scharf, P. A. (1995). The birds of Parque Nacional Ybycuí, Paraguay. *Cotinga*, 4, 14–19.
- Hennings, P. (1904). Fungi amazonici I. a cl. Ernesto Ule collecti. II. *Hedwigia. Dresden* 43(3): 154-186.
- Iturriaga, T., & Pfister, D. H. (2006). A monograph of the genus *Cookeina* (Ascomycota, Pezizales, Sarcoscyphaceae). *Mycotaxon*, 95, 137-180.
- Leal-Dutra, C. A., Griffith, G. W., Neves, M. A., McLaughlin, D. J., McLaughlin, E. G., Clasen, L. A., y Dentinger, B. T. (2020). Reclassification of Pterulaceae Corner (Basidiomycota: Agaricales) introducing the ant-associated genus *Myrmecopterula* gen. nov., *Phaeopterula* Henn. and the corticioid *Radulomycetaceae* fam. nov. *IMA fungus*, 11(1), 1-24.
- Lentz, P. L. (1956). *Stereum* y allied genera of fungi in the Upper Mississippi Valley (No. 24). US Department of Agriculture.
- López, A., García, J., y González, A. (2014). Tremellales: Tremellaceae: *Tremella fuciformis*. Funga Veracruzana, 140.
- Marim, R; Avelino, K; Linde, G; Colauto, N; Valle, J. (2018). *Lentinus crinitus* strains respond differently to cultivation pH and temperature. *Genetics and Molecular Research*, 17, 1–7.
- Maubet, Y., Campi, M., Armoa, J., y Cristaldo, E. (2017). Nuevas citas de *Cyathus* Haller (Agaricaceae, Basidiomycetes) para Paraguay y ampliación de la distribución del género. *Steviana*, 9(1), 31-39.
- Maubet, Y., Campi, M. G., Trierveiler-Pereira, L., y Moreno, G. (2018). Contribución a la micobiota gasteroide de Paraguay, nuevas citas. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid*, 42, 115-124.
- Maubet, Y., Campi, M., & Robledo, G. (2020). Hymenochaetaceae from Paraguay: revision of the family y new records. *Current Research in Environmental y Applied Mycology (Journal of Fungal Biology)* 10(1), 242–261.
- Miller, H.R., y Miller, O.K. (1988) *Gasteromycetes: Morphological and Developmental Features, with Keys to the Orders, Families, and Genera*. Eureka, California: Mad River Press.
- Motato-Vásquez, V., y de Mello Gugliotta, A. (2016). The genus *Microporellus* (Basidiomycota, Polyporales) in the Neotropics. *Nova Hedwigia*, 103(1-2), 225-238.
- Niego, A. G., Raspé, O., Thongklang, N., Charoensup, R., Lumyong, S., Stadler, M., y Hyde, K. D. (2021). Taxonomy, Diversity and Cultivation of the Oudemansielloid/Xeruloid Taxa *Hymenopellis*, *Mucidula*, *Oudemansiella*, and *Xerula* with Respect to Their Bioactivities: A Review. *Journal of Fungi*, 7(1), 51.

- Niveiro, N. y Albertó, E.O. (2012). Checklist of the Argentine Agaricales 1. Amanitaceae, Pluteaceae and Hygrophoraceae. *Mycotaxon* 119, 493-494.
- Ortega-López, I., Valenzuela, R., Gay-González, A. D., Lara-Chávez, M., Nieves, B., López-Villegas, E. O., y Raymundo, T. (2019). The family Sarcoscyphaceae (Pezizales, Ascomycota) in Mexico. *Acta botánica mexicana*, 126, 1-36.
- Pegler, D. (1975). A revision of the Zanzibar Agaricales described by Berkeley. *Kew Bulletin*, 30(3), 429-442.
- Pegler, D. (1983). The genus *Lentinus*: a world monograph. *Kew Bulletin, Additional Series* 10, 1-281.
- Pegler, D.N. y Rayner, R.W. (1969) A Contribution to the Agaric Flora of Kenya. *Kew Bulletin* 23(3), 395-397.
- Petersen, R.H., y Hughes, K.W. (2010). The *Xerula/Oudemansiella* Complex (Agaricales); Beihefte zur Nova Hedwigia; J. Cramer: Stuttgart, Germany, Volume 137,
- Pin, A. (1996). Las Cactaceas del Parque Nacional Ybycuí. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Inventario Biológico Nacional.
- Popoff, O. (2000). Novedades sobre "Corticoides" y "Políporos" (basidiomycetes) xilófilos del nordeste Argentino y Paraguay. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Robinson, R. (2013). First record of *Favolaschia calocera* in Western Australia. *Australasian Mycologist*, 31, 41-43.
- Robledo G. y Urcelay C. (2009). "Hongos de la madera en árboles nativos del centro de Argentina". Editorial Universitaria, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Rodríguez, O., y Herrera-Fonseca, M. (2016). Nuevas adiciones de hongos para San Sebastián del Oeste, Jalisco, México. *Revista mexicana de micología*, 44, 21-29.
- Romell, L. (1901). Hymenomycetes Austro-Americani in itinere Regnelliana primo collecti I. Kongl. Svenska Vetenskapsakad. *Handl.* 26, Ser. 3 (16), 1-61.
- Ronikier, A. (2003). Revision of the genus *Xerula* Maire [Basidiomycetes, Agaricales] in Poland. *Acta societatis botanicorum Poloniae*, 72(4).
- Rother, M.S. y Silveira, R.M.B. da. (2009). *Leucocoprinus* Pat. (Agaricaceae, Basidiomycota) no Parque Estadual de Itapuã Viamão, RS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23(3), 720-728.
- Ruggero, A. (2013). Contribution to the knowledge of the mycological flora of the Sardinian cork-oak forests. III. *Hymenopellis radicata* var. *bispora*, confirmation of a little known taxon for the Italian mycoflora. *Micologia e Vegetazione Mediterrane*, 28(1), 13-19.
- Singer, R. (1944). On some Basidiomycetes new for the United States. *Mycologia*, 36(5), 552-554.
- Singer, R., (1974). A monograph of *Favolaschia*. Beihefte zur Nova Hedwigia 50. J. Cramer, Lehre.
- Soto-Agudelo, R., Valenzuela, R., Gómez-Marín, G., y Raymundo, T. (2016). Ascomicetos de los guaduales en la reserva natural La Montaña del Ocaso, departamento del Quin-

- dio, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(156), 438-449.
- Spegazzini, C. (1883). Fungi Guaranitici. Pugillus I. *Anales de la Sociedad Científica de Argentina* 16(5): 242-248, 272-284.
- Spegazzini, C. (1884). Fungi guaranitici, Pug. I (cont.). *Anales de la Sociedad Científica de Argentina*, 17, 42-48, 69-96, 119-134; 18, 263-286.
- Spegazzini, C. (1888). Fungi Guaranitici, Pugillus II. *Anales de la Sociedad Científica de Argentina* 26, 5- 74.
- Spegazzini, C. (1891). Fungí Guaranitici. Nonnulli Novi Vel Critici. *Revista Argentina de Historia Natural*, 1(3): 1-62.
- Spegazzini, C. (1919). Reliquiae mycologicae tropicae et fungi costaricenses nonnulli. *Bol. Acad. Nac. Ci.* 23, 365-609.
- Spegazzini, C. (1922). Fungi Paraguayenses. *Anales de Museo Nacional de Historia Natural de Buenos Aires*, 31, 355-450.
- Spegazzini, C. (1926). Observaciones y adiciones a la micología argentina. *Bol. Acad. Nac. Ci.* 28: 276-406.
- Velásquez, L. F., Saldarriaga, Y., Pineda, F., y García, G. (1989). Nuevos registros de hongos en Colombia (departamento de Antioquia) descripción de algunos Agaricales. *Actualidades Biológicas*, 18(66), 74-94.
- Vizzini, A., y Zotti, M. (2002) Favolaschia calocera, a tropical species collected in Italy. *Mycotaxon* 82,169–176.
- Wartchow, F., Maia, L., Auxiliadora, M., y Cavalcanti, Q. (2012). New records of Agaricales from Atlantic Forest fragments of Pernambuco, Northeast Brazil. *Mycotaxon*, 118(1), 137-146.
- Wright, J. E. y A. M. Wright. (2005). Checklist of the Mycobiota of Iguazú National Park (Misiones, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 40, 23-44.
- Wright, J. E., y Albertó, E. (2002). Hongos. Guía de la región Pampeana. I. Hongos con laminillas. L.O.L.A.
- Wu, Q. X. F., Thiers, B. M., y Pfister, D., H. (2004). Preparation, preservation, and use of fungal specimens in herbaria. *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods*, 23-36.
- Xavier-Santos, S. (2020). Poroid fungi (Agaricomycetes, Basidiomycota) from Floresta Nacional de Silvânia—a conservation unit of Brazilian Savanna. *Microbial Biosystems*, 5(1), 100-107.

Directrices para autores/as

Steviana publica investigaciones originales (artículos), revisiones (reviews), notas breves-cortas, libros y material suplementario. Para someter sus manuscritos los autores deberán considerar las siguientes pautas:

- El título 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. Ejemplo: *Stevia*, *Stevia* sp., *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni. Se deberá mencionar el identificador digital del ORCID de al menos el autor por correspondencia (<https://orcid.org>). Así mismo se deberá marcar en la casilla del OJS “autor correspondiente”. **Se aceptará un solo autor por correspondencia que podrá o no ser el autor principal.**
- El resumen deberá estar en español e inglés, en letra Arial 9, con extensión máxima de 250 palabras, sin contener referencias, seguido de palabras clave. El resumen deberá incluir el título y una breve descripción del contenido. Las palabras clave estarán separadas por coma y sin punto final.
- Los artículos originales no deben sobrepasar 30 páginas. El texto principal (sin incluir el resumen, los métodos, las referencias y las leyendas al pie de las figuras) no debe tener más de 4500 palabras.

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

Un artículo original, es un tipo de artículo científico que describe de manera completa los datos de una investigación, y debe contar con las secciones: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Referencias Bibliográficas.

Una nota breve-corta, es un tipo de artículo que contiene como información resultados preliminares de un estudio, informes breves de resultados de una investigación original. Este tipo de manuscrito seguirá las normas de presentación de un artículo original.

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 manuscrito seguirá las normas de presentación de un artículo científico, sustituyendo sin embargo metodología, resultados y discusión, por el desarrollo comentado de la revisión, sin alterar las demás partes.

Los materiales suplementarios contienen información relevante para el progreso científico. *Steviana* publica libros de resúmenes de congresos y jornadas en el área de Recursos Vegetales y afines, como un número suplementario.

Publicaciones de **libros** en el área de Recursos Vegetales y afines forman parte de *Steviana* como un número especial.

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

Indicaciones Generales

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,**

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

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). Deberán estar debidamente identificadas con letras en mayúscula, fuente Times New Roman, color negro o blanco, sin margen. Las mismas serán también 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 remitirse en escala de grises, pudiendo presentar colores solo si se requiere resaltar aspectos que se mencionan en el texto. Serán rechazadas las figuras enviadas en Word.

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. Deberán ser enviadas por separado en un archivo Excel o Word. 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 figuras y tablas se escribe con letra Times New Roman, negritas, tamaño 11 por debajo y sin punto final. Las letras de referencia de las figuras deberán ir en el cuadrante inferior izquierdo, en color negro o blanco

Las fórmulas y estructuras químicas, deberán ser realizadas en el programa ChemDraw, para luego importarlas al documento sometido. Así mismo deberán ser enviadas de manera separada como las figuras y tablas.

Las ecuaciones matemáticas deberán realizarse en el procesador de fórmulas de Word o Excel con fuente Times New Roman, estilo normal, tamaño 10.

Unidades de medidas

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

Se recomienda el uso unificado en todo el documento de una sola unidad de medida.

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)

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.

Tratamientos taxonómicos

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

Material estudiado

La mención del material vegetal se realizará en el siguiente orden: País, Departamento, Localidad, Coordenadas geográficas, Fecha de colecta, colector - número, Sigla del herbario en el cual está depositado.

Todas las figuras, tablas y ecuaciones, deben estar numeradas en orden secuencial dentro del texto.

Bibliografías: se realizarán siguiendo el reglamento APA séptima edición

- Para citas intratextuales:
 - Un solo autor: Apellido del primer autor y año de publicación.
Ejemplo: Mereles,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 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

Se incluirán las citas intratextuales mencionadas en el manuscrito, 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 el mismo presente publicaciones con otros autores, se deberá escribir la bibliografía correspondiente al autor solo, seguido de la bibliografía con co-autores.

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

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 bibliográficas, deberán seguir el estilo APA (American Psychological Association) 7ma edición. Ejemplos:

Libro:

Apellido, A. A. (Año). *Título*. Editorial. Ejemplo:

Benitez F., B., Vera J., M.I., Vogt, C., Yanosky, A., Pereira S., C.D., y Rivarola S., A.C. (2018). *Guía de la diversidad florística de los ecosistemas del Paraguay – I-Especies de los pastizales de la Reserva para Parque Nacional San Rafael*. FACEN.

Capítulo de un libro:

Apellido, A. A., y Apellido, B. B. (Año). Título del capítulo o la entrada. En A. A. Apellido. (Ed.), *Título del libro* (pp. xx-xx). Editorial. Ejemplo:

Mereles, F. (2007). La diversidad vegetal en el Paraguay. En: D. Salas-Dueñas, y J.F. Facetti. (Eds.), *Biodiversidad del Paraguay, una aproximación a sus realidades* (pp. 89-91). Fundación Moises Bertoni, USAID, GEF.

Publicación en revista científica:

Apellido, A. A., Apellido, B. B., y Apellido, C. C. (Fecha). Título del artículo. *Nombre de la revista*, volumen(número), pp-pp. DOI

Zhao-Hui L., Qiang W., Xiao R., Cun-De P., y De-An J. (2010). Phenolics and Plant Allelopathy. *Molecules*, 15(12), 8933-8952. DOI: 10.3390/molecules1512893

Tesis:

Autor, A., y Autor, A. (Año). *Título de la tesis* (Tesis de pregrado, maestría o doctoral). Nombre de la institución, Institución académica.

Pessuto, M. B. (2006). *Análise fitoquímica de extrato de folhas de Maytenus ilicifolia Mart. Ex. Reiss. e avaliação do potencial antioxidante*. (Dissertação de Mestrado en Ciencias Farmaceuticas), Universidade Estadual de Maringá.

Página web:

Apellido, A. A. (Fecha). *Título de la página*. Lugar de publicación: Casa publicadora. dirección de donde se extrajo el documento (URL).

Kew Royal Botanic Gardens. (2019). *Economic Botany Collection*. Kew Royal Botanic Gardens. <https://www.kew.org/science/collections-and-resources/collections/economic-botany-collection>

Información general para la presentación de manuscritos

Las solicitudes incluyen una carta de presentación, un archivo de texto manuscrito, archivos de figuras individuales y archivos opcionales de Información Suplementaria. Los autores deben notar que solamente los siguientes tipos de archivos pueden ser levantados como textos y figuras para artículos: texto: .txt, .doc, .docx, rtf; figuras: .eps, .tiff, .jpg, .png.

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.

Carta de presentación

El autor principal debe proveer una carta de presentación (<https://drive.google.com/file/d/1A9PsSmMRBzYRMn4liEM6IdkTifl1Slvo/view>) que incluya su filiación y su información de contacto, junto con la firma de conformidad de todos los coautores del manuscrito que será sometido a revisión. En la misma debe explicar brevemente los fundamentos por los

cuales el trabajo es considerado como apropiado para Steviana. Además, los autores deben adjuntar una declaración sobre conflictos de intereses si los hubiere.

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.

La carta de presentación es una carta compromiso que muestra el común acuerdo de todos los autores implicados en el manuscrito 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 manuscrito 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.

Preparación de envíos

1. Como parte del proceso de envíos, los autores/as están obligados a comprobar que su envío cumpla todos los elementos que se muestran a continuación:
2. 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).
3. El archivo de envío está en formato OpenOffice, Microsoft Word, RTF o WordPerfect.
4. Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL para las referencias.
5. El texto tiene un interlineado sencillo, un tamaño fuente de 11 puntos, se utiliza cursiva en lugar de subrayado (excepto en las direcciones URL) y todas las ilustraciones, figuras y tablas se encuentran colocadas en los lugares del texto apropiados.
6. Las ilustraciones, figuras, mapas y tablas deberán ser enviadas siguiendo las especificaciones mencionadas anteriormente.
7. El texto reúne las condiciones estilísticas y bibliográficas incluidas en las directrices para autores/as.

Se devolverán a los autores/as aquellos envíos que no cumplan estas directrices.

En comentarios para el editor, el autor puede sugerir los nombres y dirección de contacto de 2 (dos) posibles revisores del manuscrito, así como cualquier otra observación o información que crea necesaria sea de importancia para el editor

El proceso de sometimiento del manuscrito, consta de tres pasos:

Primer paso: recepción del manuscrito

El trabajo será recepcionado por el Asistente de edición, quien remitirá al Cuerpo Editorial. El autor será notificado por email cuando el Comité Científico decida si el artículo ha de ser revisado o no. Todos los artículos pasan por una evaluación imparcial y crítica realizado por dos o más árbitros ajenos al Comité Editorial, respaldando así la calidad de los trabajos publicados.

Segundo paso: arbitraje del artículo

El sistema de arbitraje empleado en Steviana es doble ciego, donde la identidad de los árbitros no es revelada a los autores, y viceversa.

El árbitro podrá realizar las sugerencias o correcciones directamente sobre el manuscrito sometido. El documento contará con una hoja de evaluación proveído por el comité editorial para las anotaciones que crea conveniente.

Luego del arbitraje, el comité editorial podrá tomar la decisión de aceptación (con o sin modificaciones) o rechazo del manuscrito.

Los autores pueden sugerir potenciales revisores; estas sugerencias suelen ser de ayuda, aunque no siempre son seguidas.

Tercer paso: devolución del manuscrito a los autores

El manuscrito devuelto a los autores puede presentar observaciones sobre el manuscrito sometido. El mismo va acompañado de una hoja de evaluación con los criterios tenidos en cuenta por la revista, una columna con observaciones de los árbitros, 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”.

En el caso de “Aceptado con modificaciones”, el autor deberá aceptar o rechazar las correcciones o sugerencias realizadas al manuscrito, explicando al final, en la misma hoja de evaluación las sugerencias no aceptadas y enviando la nueva versión del manuscrito con los cambios realizados con color resaltado en el texto.

Aceptación, prueba de página y publicación

Los manuscritos que cumplan con lo estipulado por la revista serán aceptados.

Al finalizar el proceso, se enviará a los autores una prueba de página en PDF. Los autores deberán indicar directamente en el documento las correcciones o en un documento Word aparte, en este caso indicando la página y párrafo en donde deberá realizarse la corrección.

Con la finalidad de la difusión del manuscrito definitivo en las redes sociales de la revista (Facebook, Instagram, Twitter), el autor deberá facilitar un breve escrito que cuente con una descripción del mismo en lenguaje sencillo de no más de 280 caracteres, así también deberán seleccionar una imagen que acompañe al escrito, el cual deberá ser seleccionado de entre las imágenes que acompañan al manuscrito sometido. La información podrá ser enviada al correo: steviana@facen.una.py

Criterios para la revisión – Confidencialidad – Conflicto de intereses

La revisión será verificada siguiendo criterios de confrontación con los indicadores establecidos por la editorial.

El proceso de revisión es **estrictamente confidencial**, por tal motivo los miembros del Cuerpo Editorial y los árbitros externos no podrán discutir el manuscrito con personas ajenas a la revisión del mismo.

Se evitará la selección de árbitros que tienen colaboraciones recientes o en curso con los autores, que estén en directa competencia para publicar la misma novedad científica, o por motivos de disputa con los autores, o que tengan un interés financiero en el resultado.

Observaciones:

Se sugiere la creación del ORCID por parte de los autores, y que el mismo acompañe al manuscrito sometido a la revista.

Los originales (artículos), revisiones (reviews), notas cortas, libros o material suplementario será sometido a través de la plataforma OJS (*Open Journal System*) de la revista Steviana (<https://revistascientificas.una.py/index.php/stevia/submission/wizard>). Una Guía explicativa que facilite al autor el procedimiento, se puede descargar directamente de la web: <https://>

drive.google.com/file/d/12RiKwc-wCGZkYa5h_9eeG9JySBNBR5KU/view?usp=sharing

Esta es una guía para los autores, si existiesen aspectos no definidos, los mismos serán considerados por los editores de la revista.

Información de contacto

Para obtener mayor información contacte con: steviana@facen.una.py

CONTENIDO POR SECCIONES

Biotechnología

- 5-19** Aprovechamiento de vinaza para producción de lípidos y biomasa microbiana mediante cultivo mixto de *Yarrowia lipolytica* (Wickerham, Kurtzman & Herman) van der Walt & von Arx y *Chlorella vulgaris* Beijerinck
Rojas, L.; Gayozo, E.; Sandoval-Espínola, W. J.
- 20-27** Identificación de agentes causales de la contaminación microbiana durante la micropropagación de *Musa* spp.
Díaz Lezcano, M.I.; Pereira Báez, K. D.; Benítez Vera, S. G.; Brítez Moreira, J.R.; Alegre de Quintana, C. E.; Duarte Ovejero, N.N.; Mongelós Franco, J. Y.; Mussi Cataldi, C. E.; Batle Martínez, H. D.
- 28-38** Comparación de parámetros proximales entre aislados comerciales y *Arthrospira platensis* Gomont, especie cultivada en condiciones controladas en Paraguay
Prieto, R.; Lamas, D.

Florística

- 39-74** Diversidad florística en pastizales de la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Paraguay
Benítez, B.; Vera, M.; Vogt, C.; Pereira Sühsner, C.; Rivarola, A.

Micología

- 75-96** Funga del Parque Nacional Ybycuí: listado preliminar de especies de macrohongos y nuevas citas para el Paraguay
Campi, M.; Maubet, Y.; Cristaldo, E.; Mancuello, C.; Robledo, G.