

Caracterización biológica del Arroyo San Lorenzo en el tramo del Campus Universitario-UNA

Gilberto Antonio Benítez Rodas¹, Héctor David Nakayama², Juliana Moura Arrúa³, Griselda Franco Cardozo⁴, Rocío Rosmary Acosta Brítez⁵, Liza María Ramírez Garay⁶

¹Microbiólogo y Docente Investigador del Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas dependiente de la Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica (DGICT-UNA).

²Bioquímico y Docente Investigador Exclusivo de la Universidad Nacional de Asunción.

³Bioquímica y Docente Investigador del Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas.

⁴Bióloga y Docente Técnico del Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas

⁵Bióloga y estudiante de la maestría en Biotecnología del CEMIT-DGICT-UNA

⁶Bioquímica y estudiante de la maestría en Biotecnología del CEMIT-DGICT-UNA

E mail del autor: antoniocemit@hotmail.com

Caracterización biológica del Arroyo San Lorenzo en el tramo del Campus Universitario-UNA. El Paraguay se caracteriza por presentar una gran cantidad de recursos hídricos. Muchos de ellos atraviesan zonas urbanas densamente pobladas, por lo cual quedan expuestos a contaminación proveniente de diferentes actividades de origen antropogénico. Uno de los principales problemas relacionados con estos recursos hídricos es la falta de información o trabajos de investigaciones que hayan sido publicados acerca de las poblaciones de microorganismos presentes en dichos ecosistemas. Entre estos recursos hídricos expuestos se encuentra el arroyo San Lorenzo; agua por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivo caracterizar al arroyo San Lorenzo en el tramo del Campus Universitario de la Universidad Nacional de Asunción desde el punto de vista biológico (fitoplancton, zooplancton, hongos y parásitos). Al finalizar la investigación se identificaron 38 géneros de algas, 2 sub-grupos de zooplancton, 16 géneros de hongos, 2 géneros de parásitos. La mayoría de los géneros son bioindicadores de mala calidad del agua.

Palabras clave: Cianobacterias, Hongos, Parásitos, Arroyo San Lorenzo, Campus Universitario

Biological Characterization of San Lorenzo Creek in a Section located near the Campus of the National University of Asuncion. Paraguay is characterized by possessing a large amount of water resources, many of which pass through densely populated urban areas, which exposes them to pollution from different anthropogenic activities. One of the main problems related to these water resources is the lack of information or research papers that have not been published about the populations of microorganisms in these ecosystems. The San Lorenzo Creek is counted among these exposed water resources, hence this research aimed to characterize the of San Lorenzo Creek in a section of the campus of the National University of Asuncion from a biological viewpoint (phytoplankton, zooplankton, fungi and parasites). Upon completion of the research we identified 38 genera of algae, 2 sub-groups of zooplankton, 16 genera of fungi, and 2 genera of parasites. Most genera are bioindicators of poor water quality.

Keywords: Cyanobacteria, fungi, parasites, San Lorenzo Creek, University Campus.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en Paraguay, que es un país que se caracteriza por presentar una gran cantidad de recursos hídricos existen muy pocos trabajos de investigaciones relacionados con la biodiversidad biológica en cuanto a fitoplancton, zooplancton, hongos y parásitos

que cumplen funciones muy importantes dentro del sistema acuático y que además hayan sido publicados en revistas a nivel nacional e internacional.

El conocimiento de la biodiversidad en los ambientes acuáticos, así como el estudio de las condiciones fisicoquímicas del agua es muy relevante y necesario (Vila and Pardo

2003; Romo 1989), porque sirven de base (datos e informaciones) como antecedentes para posteriores trabajos de investigaciones o monitoreos de la calidad de agua de un determinado sistema acuático, sobre todo en los cursos de aguas que sufren un gran estrés como el arroyo San Lorenzo por el creciente impacto o contaminación de origen antropogénico.

Teniendo estos antecedentes es muy importante empezar a realizar estudios con el objetivo de crear una base de datos de los géneros y especies de algas, zooplancton, hongos y parásitos presentes en los diversos ríos, lagos, arroyos y esteros que se encuentran ubicados sobre todo en la región oriental del Paraguay, donde se encuentra la mayor densidad poblacional del país de manera a tener datos para poder comparar en el futuro con otros trabajos.

La ciudad de San Lorenzo se encuentra situada en el Departamento Central del Paraguay y está a 9 kilómetros de la Capital. Forma parte del conglomerado urbano llamado Área Metropolitana de Asunción o Gran Asunción y limita al norte con Luque, al sur con Ñemby, al este con Capiatá y al oeste con Fernando de la Mora.

Esta ciudad también es conocida como la “Ciudad Universitaria” debido a que se encuentra dentro de sus límites, la sede central y el campus de la Universidad Nacional de Asunción (UNA).

En esta ciudad comercial e industrial también se encuentra un arroyo que lleva el mismo nombre “San Lorenzo” que tiene su nacimiento en el Barrio Barcequillo y que desemboca en el arroyo Yukyry y que a su vez, este constituye uno de los principales afluentes del Lago Ypacaraí que es el centro turístico y

comercial más importante en la temporada de verano del Departamento Central del Paraguay.

Debido a que este arroyo es utilizado principalmente para la eliminación de los desechos domésticos e industriales, existen una gran cantidad de trabajos de investigación de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, para el control de la calidad del agua del mismo pero que muchos de los cuales no fueron publicados en revistas científicas.

Sin embargo, desde el punto de vista del fitoplancton, zooplancton, fúngico y a nivel de parásitos no existen suficientes informaciones acerca de la población existente en éste sistema acuático. Por lo tanto, el objetivo general de este trabajo de investigación fue caracterizar dicha población en un tramo, de tal manera a crear un banco de datos inicial accesible para futuros trabajos tendientes a completar todo el arroyo y poder comparar con otros variados cursos hídricos existentes en nuestro país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Puntos de Muestreos

Se seleccionaron cuatro puntos de muestreos teniendo en cuenta la accesibilidad al arroyo. Se denominó P1 al punto de muestreo ubicado en el puente de la avda. Mcal. López, P2 a la entrada de la Ciclo Vía ubicada sobre la avenida España, P3 a la entrada ubicada sobre la calle Sargento Silva y P4 al ubicado sobre el puente de la avda. Eusebio Ayala (Figura 1). Todos los puntos fueron georeferenciados (Cuadro 1).

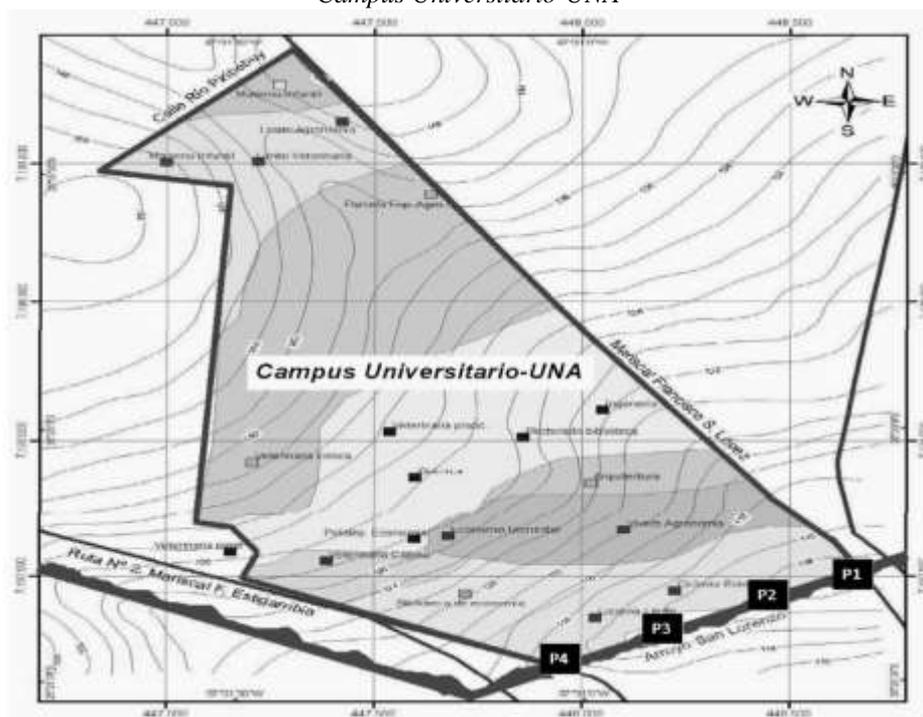


Figura 1. Mapa con los diferentes puntos de muestreo (■) en el Arroyo San Lorenzo (Gentileza Lic. Claudia Ávalos)

Cuadro 1. Coordenadas UTM de los puntos de muestreo estudiados durante las cuatro campañas de muestreo. P1: Puente Avda. Mcal. López; P2: Puente Ciclovía- Avda. España; P3: Puente Ciclovía- c/ Sargento Silva; P4: Puente Avda. Eusebio Ayala

PUNTOS	ELEVACIÓN	COORDENADAS
P1	125 m.	21J0447943 UTM 7197189
P2	119 m.	21J0448171 UTM 7197313
P3	131 m.	21J0448440 UTM 7197433
P4	116 m.	21J0448690 UTM 7197491

Campaña de muestreos

Se realizaron cuatro campañas de muestreos, la primera el 22 de noviembre del 2012, la segunda el 16 de enero de 2013, la tercera el 28 de mayo y la cuarta el 06 de noviembre del mismo año. La primera y la segunda correspondieron a inicio y final del verano, la segunda a finales de otoño e inicio de invierno, y la cuarta a finales de la primavera. Por lo tanto, se realizaron los muestreos en diferentes estaciones del año de manera a poder observar si las diferentes estaciones afectan en

forma cualitativa a la biodiversidad presente en el arroyo.

Las muestras fueron colectadas de los cuatro puntos del arroyo San Lorenzo por duplicado, para luego realizar un pool en el laboratorio, de manera a analizar e identificar la mayor cantidad posible de especies.

Parámetros Analizados

Fitoplancton

Una vez recepcionadas las muestras (filtradas con una red de 45 μm x 20 litros) en el

laboratorio, se mezclaron vigorosamente cada frasco de 250 mL para luego depositar 25 mL en los tubos de Utermöhl y se deja sedimentar por 24 h. para su posterior observación bajo microscopio invertido Motic AE 31 con un aumento de 400x. Para la identificación de los géneros y especies se utilizaron diferentes claves taxonómicas (Bourrelly 1966; Da Silva 2000; De Infante 1988; El Moor-Loureiro 1997; Komárek and Fott 1983; Philipose 1967; Santos 1992; Sato 1997; Streble and Krauter 1987).

Zooplankton

Las muestras de 100 ml (filtradas con una red de 45 μ m x 20 litros) se mezclaron en forma vigorosa y una sub-muestra de 10 ml fue tomada con una jeringa de gran calibre y puesta en una placa cuadrada de Petri cuadrada. Con el uso de un microscopio invertido Nikon 205914 con un aumento de 100x, se identificaron hasta especie siempre que fuera posible (El Moor-Loureiro 1997).

Hongos

Se utilizó el método de dilución en placas descrito en Standard Methods APHA (1998). De la muestra de 100 mL se mezcló en forma vigorosa y se realizaron diluciones seriadas de 10^{-1} y 10^{-2} en sub-muestras de 10 mL. Posteriormente se sembró 100 μ L de cada dilución en placas de Petri de 90 mm con medio agar papa dextrosa suplementado con antibiótico, se incubó a temperatura ambiente y 5 a 7 días después se evaluaron las características de las colonias fúngicas. Fueron preparadas láminas para visualización en el *Microscopio* binocular CXL 9135002 y en algunos casos fueron purificadas las colonias fúngicas y entonces observada bajo microscopio.

Parásitos

Se tomaron muestras de sedimento del arroyo mediante una pala tipo Petersen y se colocaron dentro de una bolsa de plástico con formol al 10% (APHA, AWWA, and WPCF 1998). Como pre-tratamiento, cada muestra fue filtrada previamente mediante el uso de gazas, el filtrado fue colocado en tubos de centrifuga de 15 mL. A continuación se procedió al lavado con agua destilada, mediante centrífuga DSC 16 RV marca Presvac, a velocidad de 1500 rpm durante 5 minutos. Se realizó esta acción hasta obtención de sobrenadante de aspecto claro. El sedimento recuperado fue separado en dos fracciones y mantenido en refrigeración.

Se aplicaron dos métodos de análisis cualitativos para la búsqueda de parásitos:

Técnica de Concentración por centrifugación y Flotación con Sulfato de Zinc al 33%

La técnica descrita es una adaptación del método propuesto por Standard Methods APHA (1998) para la determinación de parásitos en aguas. Este método es efectivo para la concentración de quistes de protozoarios y huevos de helmintos y algunos céstodes.

Técnica de Sedimentación por centrifugación con Formol-Éter

La técnica descrita es una adaptación de la técnica utilizada para análisis clínicos. Este método es efectivo para concentrar quistes de protozoarios, huevos y larvas de helmintos, recomendados para detectar huevos de trematodos, acantocéfalos y algunos huevos de céstodes que no son aislados por el método de centrifugación con sulfato de zinc.

Se realizaron muestras por cuadruplicado para cada método de análisis y fueron observados por microscopía con aumento de 10X y

40X con solución fisiológica y con solución de lugol.

Análisis de Datos

Para el procesamiento de los datos obtenidos de los diferentes grupos de microorganismos analizados en éste trabajo de investigación se utilizaron los programas Microsoft Excel 2010 y Sigma Plot 11.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fitoplancton

Durante los cuatro muestreos se identificaron 14 géneros de Bacillariophytas, 13 géneros de Chlorophytas, 6 géneros de Cianobacterias, 4 géneros de Euglenophytas y 1 género de Cryptophytas (Cuadros 2-6).

En las cuatro campañas de muestreo se registraron las mismas divisiones de algas, sin embargo al hacer un análisis de presencia o ausencia de géneros (frecuencia) en los diferentes muestreos, sí pudo observarse una variación importante en especial en el caso de las Chlorophytas y Bacillariophytas, no así en el caso de las Cianobacterias, Euglenophytas y Cryptophytas (Figura 2).

En cuanto a la contribución relativa de las diferentes taxas durante el primer muestreo la división con mayor abundancia de géneros y especies fue la Bacillariophyta con un 58,8%, seguida de las Cianobacterias con un 29,4%, luego en igual porcentajes las Euglenophytas y Chlorophytas con un 5,9% y por último ausencia de las Cryptophytas.

Sin embargo en el segundo muestreo la división con mayor abundancia de géneros y especies estuvo dada por las Chlorophytas con un 51,9%, seguida por las Bacillariophytas con un 29,6%, luego las Cianobacterias con un 11,1%, a continuación las Euglenophytas con un 7,4% y ausencia de las Cryptophytas.

En el tercer muestreo al igual que el anterior se registró una mayor abundancia de las Chlorophytas con un 35,3%, seguido por las Bacillariophytas con un 23,5%, con un leve aumento de las Cianobacterias con un 17,6% y un aumento importante de las Euglenophytas con un 17,6%. Durante este muestreo se registró la presencia de la división Cryptophytas con 5,9%.

Al igual que en el segundo y tercer muestreo, en el cuarto se caracterizó de nuevo por una mayor biodiversidad de las Chlorophytas con un 30,4%, seguidas de las Bacillariophytas con un 30,4%, Euglenophytas y Cianobacterias con un 17,4% cada una, y en el caso de las Cryptophytas con un 4,3%.

A pesar de que el arroyo San Lorenzo se encuentra expuesto a una gran cantidad de contaminantes tanto de origen industrial como doméstico, principalmente de las redes cloacales, se ha registrado una abundante biodiversidad de géneros de algas. Sin embargo al hacer un análisis individual de los géneros lo preocupante radica en la biodiversidad de Cianobacterias presentes en el arroyo, en el cual se han identificado especies como *Aphanocapsa delicatissima*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis flo-aquae*, y géneros como *Aphanocapsa sp*, *Chroococcus sp*, *Oscillatoria sp* y *Pseudanabaena sp*. Esto es debido a que el arroyo San Lorenzo es uno de los principales afluentes del Arroyo Yukyry que finalmente desemboca en el Lago Ypacarái y que por lo tanto podría contribuir a empeorar la situación del Lago que afinales del año anterior presentó una importante floración por diversas especies de Cianobacterias y muchas de las cuales coincide con las identificadas en el arroyo y que además estaría aportando nutrientes como el Nitrógeno (N) y fósforo (P), y que podría contribuir con las floraciones de las algas verde-azuladas (Henry 1990; Alonso et al. 2008; Conti, Rodríguez, and Angelaccio

2005; De León 2005; Fabre et al. 2010; Pizzolon 1996). *Zooplankton*

También la presencia de Euglenophytas es un bioindicador de que el arroyo presenta abundante concentración de materia orgánica (Begun 2006) y que al descomponerse se convierte en una importante fuente de nutrientes principalmente de N y P para las Cianobacterias (Sánchez 2011; Fabre et al. 2010; Henry 1990) como ya se ha mencionado en el párrafo anterior .

Desde la primera hasta la tercera campaña de muestreo no se registraron géneros pertenecientes al grupo de zooplankton, mientras que en la cuarta campaña se registraron dos grupos, uno de los Cladóceros (*Daphnia sp.*) y el otro de los Copépodos (Figura 3). En el caso de este último se pudieron identificar dos sub-grupos, uno perteneciente al estadio denominado Nauplius, y un adulto del sub-grupo Cyclopoida.

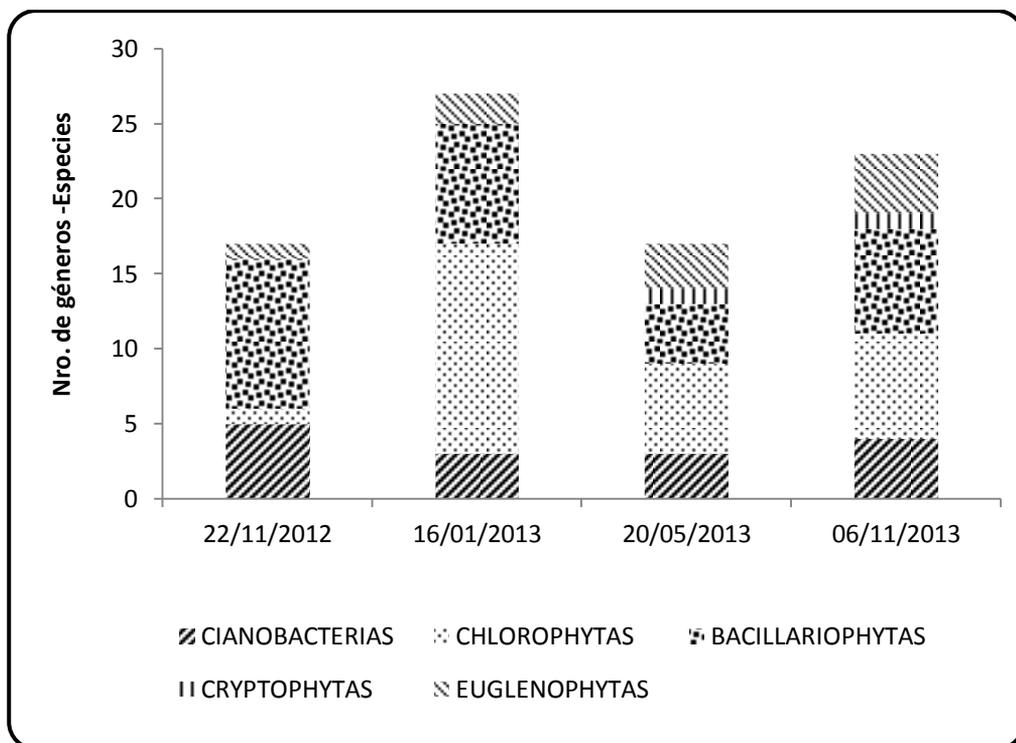


Figura 2. Comparación de la biodiversidad de algas fitoplanctónicas durante las cuatro campañas

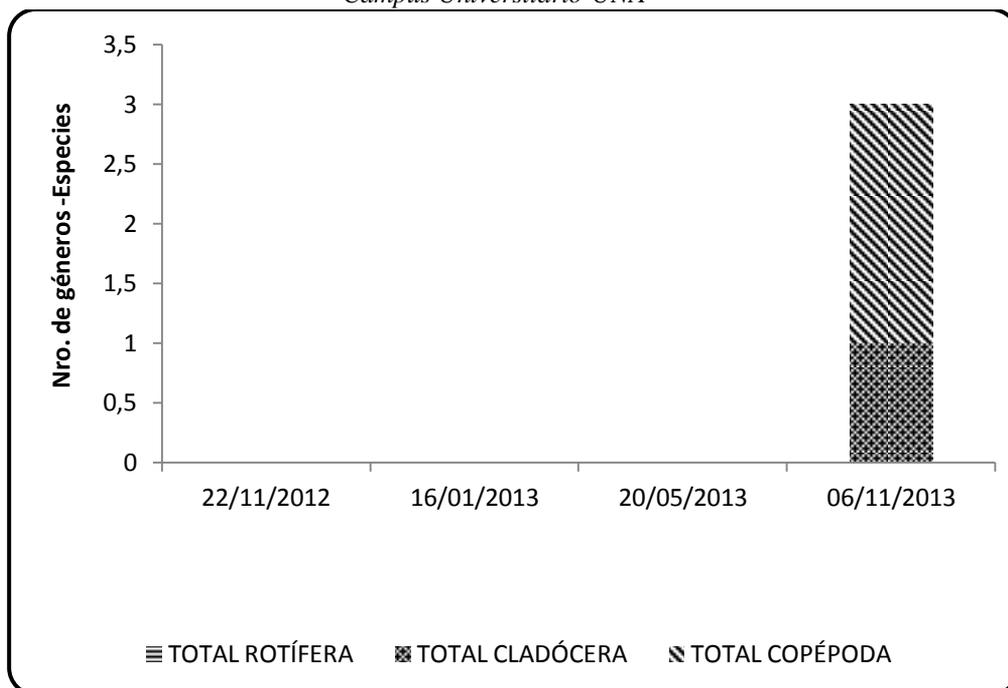


Figura 3. Comparación de la biodiversidad de zooplancton durante las cuatro campañas

La prácticamente nula presencia de zooplancton no es rara de esperar en un ecosistema que presenta una elevada concentración de contaminantes de diversos orígenes que afecta directamente a dicha población (Gagneten and Ceresoli 2004). Sin embargo, es evidente que a pesar de la ausencia de microorganismos consumidores primarios desde el primero al tercer muestreo, en el último se pudo identificar la presencia de Cladóceros, que es un grupo muy importante como bioindicador de aguas con posibilidad de recuperación o tendientes a un equilibrio (Gaete and Paredes 1996). Esta presencia pudo deberse a las últimas lluvias registradas previas al cuarto muestreo que favoreció la aparición éste grupo del zooplancton por la posible dilución de los contaminantes.

Hongos

Se registraron un total de 16 géneros de hongos durante los cuatro muestreos, observándose una mayor biodiversidad de los mismos durante el primer muestreo, y permaneciendo casi constante en relación a los géneros fúngicos identificados desde el segundo al cuarto muestreo (Cuadro 7).

La gran mayoría de los hongos identificados a nivel morfológico corresponde al grupo de los hifomicetes, de acuerdo con la clave de Hoog and Guarro (1995) y son hialinos.

Los hifomicetes en general son hongos de ambientes terrestres que posee adaptaciones para el medio acuático, siendo sus esporas y/o hifas introducidos en el ambiente acuático por el flujo de las aguas, lluvias y viento (Wurzbacher, Bärlocher, and Grossart 2010). Esto justifica la presencia constante de los géneros fúngicos filamentosos tales como *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Cladosporium sp.* y *Paecilomyces sp.*, (Figura 4).

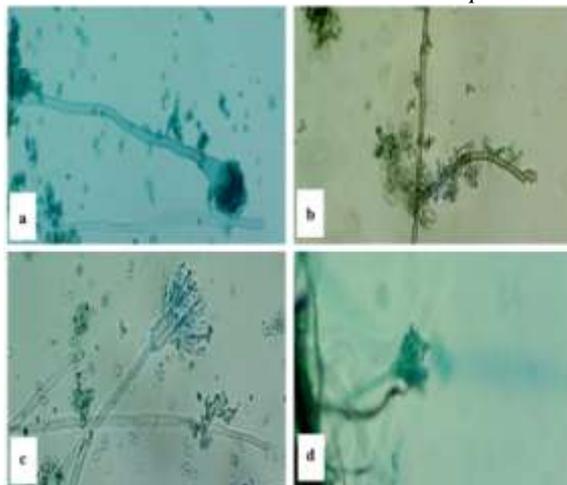


Figura 4. Características microscópicas (400x) de *Aspergillus* spp. (a), *Cladosporium* spp. (b), *Penicillium* spp. (c) y *Paecilomyces* spp. (d) (Foto: Juliana Moura)

Las levaduras *Rhodotorula* spp. y *Candida* spp. también estuvieron presentes en todos los puntos y periodos, además se observaron otras especies de levaduras que no se pudieron identificar. *Candida* spp. es una levadura cuyo hábitat normal es el intestino humano y el de otros animales de sangre caliente, lo que puede reflejar niveles de contaminación fecal, sirviendo así como bioindicadores de polución acuática (Alvarez 1993; Ceballos et al. 1995).

Algunos hongos como *Aspergillus* spp., *Candida* spp., *Sporothrix schenckii* pueden ser agentes causales de enfermedades en humanos, en especial en pacientes inmunocomprometidos, por lo que el agua no podría considerarse para uso primario ni secundario (Saúl and Bonifaz 2011; Sifuentes-Osornio, Corzo-León, and Ponce-de-León 2012; Silva et al. 2012).

Se esperaba aislar una mayor diversidad de hongos y esto puede ser atribuido a tres razones: (1) la técnica no es tan sensible, siendo necesario la búsqueda de otras técnicas para identificación de hongos en agua, (2) a la presencia masiva de bacterias que pueden estar

inhibiendo o retardando el crecimiento fúngico, (3) y por último, la contaminación del arroyo San Lorenzo que está modificando la capacidad de crecimiento de la población fúngica normal (Echenique, Rubinstein, and Mroginski 2004).

Parásitos

Con la técnica de flotación con Sulfato de Zinc al 33% en el primero y segundo muestreo no se registraron parásitos ni huevos; mientras que con la técnica de Sedimentación por centrifugación con Formol-Éter en el P4 se identificaron huevos y larvas de *Uncinaria* sp. (Costamagna et al. 2005).

En el tercer muestreo con la técnica de Sedimentación se identificaron la forma parasitaria en forma de huevo de *Uncinaria* sp. en todos los puntos de muestreo; mientras que en P2 se hallaron huevos de *Ascaris lumbricoides*. En los puntos P1, P3 y P4 se registraron larvas infectantes de *Uncinaria* sp. (Pierangeli et al. 2003; Beaver 1964)

En el cuarto muestro de nuevo con la técnica de Sedimentación se identificaron en todos los puntos de muestreos al igual que en el tercer muestreo la presencia de huevos de *Uncinaria* sp.; mientras que solo en P2 se hallaron huevos de *Ascaris lumbricoides* (Canese et al. 2003).

A través de estas técnicas pudieron identificarse dos géneros de parásitos, *Ascaris lumbricoides* y *Uncinaria* sp., bajo las formas de huevos y larvas, que coinciden con las formas infectantes (Córdoba et al. 2002) (Figura 5). Debido a que el curso de agua del Arroyo San Lorenzo desemboca finalmente en el Lago Ypacaraí, se recomienda hacer un seguimiento a lo largo del arroyo hasta la desembocadura en el mismo (Campos-Pinilla, Cárdenas-Guzmán, and Adriana Guerrero-Cañizares 2008; Giménez and Woroniecki 2011). Los métodos de concentración por sedimentación

y flotación son considerados los más adecuados para la búsqueda de formas parasitarias (Córdoba et al. 2002).

CONCLUSIONES

Se han identificado 38 géneros de algas, Bacillariophytas (14), Chlorophytas (13), Cianobacterias (6), Euglenophytas (4) y Cryptophytas (1); 2 sub-grupos de zooplancton, 16 géneros de hongos, 2 géneros de parásitos (*Uncinaria sp.* y *Ascaris lumbricoides*).

La mayoría de los géneros corresponden a microorganismos bioindicadores de la mala calidad del agua.

Se ha generado una base de datos inicial de la biodiversidad de géneros y especies presentes en el arroyo San Lorenzo durante el período de un año a partir de noviembre del 2012.

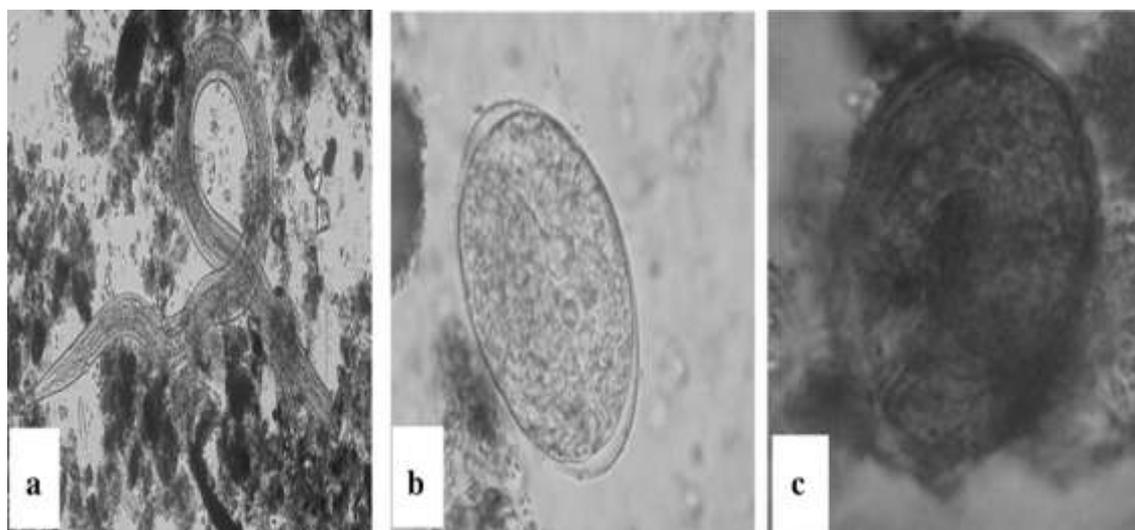


Figura 5. Características microscópicas de Parásitos (400x) identificadas en el tercer muestreo. a) Larva de *Uncinaria sp.* b) Huevo de *Uncinaria sp.* c) Huevo de *Ascaris lumbricoides* (Foto: Héctor Nakayama)

Cuadro 2. Biodiversidad de Cianobacterias en los diferentes puntos de muestreos durante las cuatro campañas. 1: presencia; 0: ausencia

TAXA	MUESTREOS-FECHAS			
	22/11/2012	16/01/2013	28/05/2013	06/11/2013
CYANOBACTERIAS				
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	1	0	0	0
<i>Aphanocapsa sp.</i>	1	0	0	0
<i>Chroococcus sp.</i>	1	0	0	0
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	0	0	1	1
<i>Microcystis aeruginosa</i>	0	1	1	1
<i>Microcystis flos-aquae</i>	1	1	1	1
<i>Oscillatoria sp.</i>	0	1	0	1
<i>Pseudanabaena sp.</i>	1	0	0	0

Cuadro 3. Biodiversidad de Chlorophytas en los diferentes puntos de muestreos durante las cuatro campañas. 1: presencia; 0: ausencia

TAXA	MUESTREOS-FECHAS			
	22/11/2012	16/01/2013	28/05/2013	06/11/2013
CHLOROPHYTAS				
<i>Actinastrum sp.</i>	0	0	1	1
<i>Chloratella sp.</i>	0	1	1	0
<i>Closterium moniliferum</i>	1	1	0	0
<i>Closterium sp.</i>	0	1	0	1
<i>Coelastrum reticulatum</i>	0	0	0	1
<i>Cosmarium sp.</i>	0	1	0	0
<i>Crucigenia rectangularis</i>	0	0	1	0
<i>Elakatothrix sp.</i>	0	1	0	0
<i>Micrasteria sp.</i>	0	1	0	0
<i>Monoraphidium contortum</i>	0	1	1	1
<i>Monoraphidium sp.</i>	0	0	0	1
<i>Pediastrum sp.</i>	0	1	0	0
<i>Scendesmus obliquus</i>	0	1	0	1
<i>Scendesmus quadricauda</i>	0	1	1	1
<i>Scenedesmus sp.</i>	0	1	0	0
<i>Staurastrum sp.</i>	0	1	1	0
<i>Staurastrum tetracerum</i>	0	1	0	0
<i>Tetraedon sp.</i>	0	1	0	0

Cuadro 4. Biodiversidad de Euglenophytas en los diferentes puntos de muestreos durante las cuatro campañas. 1: presencia; 0: ausencia

TAXA	MUESTREOS-FECHAS			
	22/11/2012	16/01/2013	28/05/2013	06/11/2013
EUGLENOPHYTAS				
<i>Euglena sp.</i>	0	1	1	1
<i>Phacus oscillans</i>	1	0	0	0
<i>Phacus sp.</i>	0	1	1	1
<i>Strombomonas sp.</i>	0	0	0	1
<i>Trachelomonas sp.</i>	0	0	1	1

Cuadro 5. Biodiversidad de Bacillariophytas en los diferentes puntos de muestreos durante las cuatro campañas. 1: presencia; 0: ausencia

TAXA	MUESTREOS-FECHAS			
	22/11/2012	16/01/2013	28/05/2013	06/11/2013
BACILLARIOPHYTAS				
<i>Amphipleura pellucida</i>	0	1	0	0
<i>Aulacoseira granulata</i>	1	0	1	1
<i>Cyclotella</i> sp.	0	1	0	1
<i>Cymatopleura</i> sp.	1	0	0	0
<i>Cymbella</i> sp.	0	1	0	0
<i>Fragilaria capucina</i>	1	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp.	1	0	0	0
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	1	0	0	0
<i>Navicula</i> sp.	1	1	1	1
<i>Pinnularia appendiculata</i>	0	0	1	0
<i>Pinnularia gibba</i>	1	0	0	0
<i>Pinnularia</i> sp.	0	1	0	0
<i>Stauroneis anceps</i>	1	0	0	0
<i>Stauroneis</i> sp.	0	1	1	1
<i>Surirella angustata</i>	1	0	0	0
<i>Surirella</i> sp.	0	1	0	1
<i>Synedra ulna</i>	1	1	0	1
<i>Tabellaria</i> sp.	0	0	0	1

Cuadro 6. Biodiversidad de Cryptophytas en los diferentes puntos de muestreos durante las cuatro campañas. 1: presencia; 0: ausencia

TAXA	MUESTREOS-FECHAS			
	22/11/2012	16/01/2013	28/05/2013	06/11/2013
CRYPTOPHYTAS				
<i>Cryptomonas</i> sp.	0	0	1	1

Cuadro 7. Biodiversidad de especies de hongos encontrados en los diferentes puntos de muestreos durante las cuatro campañas. 1: presencia; 0: ausencia

Hongos	MUESTREOS-FECHAS			
	22/11/2012	16/01/2013	28/05/2013	06/11/2013
<i>Aureobasidium spp.</i>	0	0	0	1
<i>Aspergillus spp.</i>	1	1	1	1
<i>Acremonium spp.</i>	1	0	0	0
<i>Aspergillus flavus</i>	0	0	0	1
<i>Aspergillus niger</i>	0	1	1	1
<i>Cladosporium spp.</i>	1	1	1	1
<i>Penicillium spp.</i>	1	1	1	1
<i>Paecilomyces spp.</i>	1	1	1	1
<i>Curvularia spp.</i>	1	1	0	0
<i>Geotrichium spp.</i>	1	0	0	0
<i>Rhizoctonia spp.</i>	1	1	0	0
<i>Trichoderma spp.</i>	1	1	0	1
<i>Sporothrix schenckii</i>	0	1	0	0
<i>Trichotecium spp.</i>	0	0	0	1
<i>Rhodotorula spp.</i>	1	1	1	1
<i>Candida spp.</i>	1	1	1	1

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. Ing. Forestal César Cardozo, director general de la DGICT por todo el apoyo brindado para realizar este trabajo de investigación con fondos del Rectorado de la Universidad Nacional de Asunción.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alonso, C., L. De la Fuente, D. Del Pozo, L. Bueno, A. García, M. Ramos, M. Althofer, and J. García. 2008. "Problemas de las cianobacterias en aguas de recreo y aguas de consumo." *Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. España*:63-69.
- Alvarez, C. I. V. . 1993. "Caracterización micológica de aguas "crudas" y filtradas en la Planta de Tratamiento de Tres Ríos, Costa Rica." *Revista de Biología Tropical* no. 41 (3):417-422.
- APHA, AWWA, and WPCF. 1998. *American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF). Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.* 20 ed. Madrid - España: Díaz de Santos S. A.
- Beaver, P. 1964. "Lucha contra los helmintos transmitidos por el suelo." *Organización Mundial de la Salud.*
- Begun, A. A. 2006. "The summer-autumn phytoplankton in the Golden Horn Bay (the Sea of Japan) under conditions of anthropogenic pollution." *International Journal on Algae* no. 8 (3):255-273.
- Bourrelly, P. 1966. *Les Algues D'eau Douce.* Vol. 1-3. Paris-Francia: Éditions N. Boubée & Cie.
- Campos-Pinilla, C., M. Cárdenas-Guzmán, and A. Adriana Guerrero-Cañizares. 2008. "Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas de la sabana de Bogotá (Colombia)." *Universitas Scientiarum* no. 13 (2):103-108.

- Canese, A., R. Dominguez, C. Otto, C. Ocampos, and E. Mendonca. 2003. "Huevos infectivos de *Toxocara* en arenas de plazas y parques de Asunción, Paraguay." *Arch Pediatr Urug* no. 74 (1):51-56.
- Ceballos, B.S.O., E.O. Lima, A. Konig, and M.T. Martins. 1995. "Spatial and temporal distribution of fecal coliforms, coliphages, moulds and yeast in freshwater at the semi-arido tropic Northeast region in Brazil (Paraná State)." *Revista de Microbiologia* no. 26 (2):90-100.
- Conti, A. M. Rodríguez, and C. Angelaccio. 2005. "Ocurrencia de Cyanobacterias y sus Toxinas (Microcistinas) en Aguas del Río de la Plata: Evaluación Rápida usando el ensayo ELISA." *XX Congreso Nacional del Agua y III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. 9 al 14 de Mayo 2005. Mendoza, Argentina.*
- Córdoba, A., M. L. Ciarmela, B. Pezzani, M. I. Gamboa, M. Marta de Luca, M. Minvielle, and J. A. Basualdo. 2002. "Presencia de parásitos intestinales en paseos públicos urbanos en La Plata Argentina." *Parasitol Latinoam* no. 57:25-29.
- Costamagna, S., E. Visciarelli, L. D. Lucchi, and J. A. Basualdo. 2005. "Parásitos en aguas del arroyo Naposta, aguas de recreación y de consumo en la ciudad de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, Argentina)." *Parasitol Latinoam* no. 60:122 - 126.
- Da Silva, S. 2000. *Inventário Taxonômico das Desmídias (Zygnemaphyceae) dos Rios na Área de Abrangência da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias*, Botânica do Setor de Ciências Biológicas, Universidad Federal do Paraná, Curitiba-Brasil.
- De Infante, A. G. 1988. *El Plancton de las Aguas Continentales*. Caracas-Venezuela: The General of th Organization of American States.
- De León, L. 2005. "Floraciones de Cianobacterias (Algas verde-azules) características, causas, efectos y recomendaciones." *Instituto de Biología, Facultad de Ciencias. Uruguay.*
- Echenique, V., C. Rubinstein, and L. Mroginski. 2004. " Biotecnología y mejoramiento vegetal II."
- El Moor-Loureiro, L. 1997. *Manual de Identificação de Cladóceros Límnicos do Brasil*. Brasilia-Brasil: Editora Universa - UCB.
- Fabre, A., C. Carballo, E. Hernández, P. Piriz, L. Bergamino, L. Mello, S. González, G. Pérez, J. León, L. Aubriot, S. Bonilla, and C. Kruk. 2010. "El nitrógeno y la relación zona eufótica/zona de mezcla explican la presencia de cianobacterias en pequeños lagos subtropicales, artificiales de Uruguay." *Panamjas* no. 5 (1):112-125.
- Gaete, H., and K. Paredes. 1996. "Toxicidad de mezclas de contaminantes químicos sobre el cladóceros *Daphnia magna*." *Rev. Int. Contam. Ambient.* no. 12 (1):23-28.
- Gagneten, A. M., and N Ceresoli. 2004. "Efectos del efluente de curtiembre sobre la abundancia y riqueza de especies del zooplancton en el arroyo las prusianas (Santa Fe, Argentina)." *Interciencia* no. 29:702-708.
- Giménez, P., and W. Woroniecki. 2011. "Dispositivo Retentor de Residuos Sólidos para El Arroyo San Lorenzo." *UNA.*
- Henry, R. 1990. "Amônia ou fosfato como agente estimulador do crescimento do fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP)." *Rev. Brasil. Biol.* no. 50 (4):883-892.
- Hoog, G.S., and J. Guarro. 1995. *Atlas of Clinical Fungi*. España: Centraalbureau voor Schimmelcultures, Netherlands, Universitat Rovira i Virgili.

- Komárek, J., and B. Fott. 1983. *Das Phytoplankton des Süßwassers*. Alemania: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- Philipose, M. T. 1967. *Chlorococcales*. New Delhi-India: Indian Council of Agricultural Research.
- Pierangeli, N. , A. L. Giayetto, A. M. Manacorda, Barbieri L. M., Soriano S.V., A. Veronesi, Pezzani B.C., Minvielle M. C., and Basualdo J. A. 2003. "Estacionalidad de parásitos intestinales en suelos periurbanos de la ciudad de Neuquén, Patagonia, Argentina." *Tropical Medicine* no. 8 (3):259-263.
- Pizzolon, L. 1996. "Importancia de las cianobacterias como factor de toxicidad en las aguas continentales." *Interciencia* no. 21 (6):239-245.
- Romo, S. G. 1989. "Estudio del fitoplancton de un lago somero y oligotrófico: Loch Rusky (Escocia)." *Anales Jard. Bot. Madrid* no. 46 (1):127-138.
- Sánchez, María Luisa Peleato. 2011. *Las cianobacterias: cooperación versus competencia*, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza, Universidad de Zaragoza, Zaragoza-España.
- Santos, Diaz de. 1992. *Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. Madrid - España: Diaz de Santos, S. A.
- Sato, A. 1997. *Atlas Didáctico de Identificação do Zooplâncton de Sete Reservatórios Paranaenses*. Curitiba-Brasil: Instituto Ambiental do Paraná.
- Saúl, A., and A. Bonifaz. 2011. "Clasificación de la esporotricosis. Una propuesta con base en el comportamiento inmunológico." *Dermatología Revista Mexicana* no. 55:200-208.
- Sifuentes-Osornio, J., D. E. Corzo-León, and L. A. Ponce-de-León. 2012. "Epidemiology of invasive fungal infections in Latin America." *Current fungal infection reports* no. 6 (1):23-34.
- Silva, S., M. Negri, M. Henriques, R. Oliveira, D. W. Williams, and J. Azeredo. 2012. "Candida glabrata, Candida parapsilosis and Candida tropicalis: biology, epidemiology, pathogenicity and antifungal resistance." *FEMS Microbiology Reviews* no. 36:288-305. doi: 10.1111/j.1574-6976.2011.00278.x.
- Streble, H., and D Krauter. 1987. *Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce*. Barcelona-España: Ediciones Omega S.A.
- Vila, I., and R. Pardo. 2003. "Respuesta de la estructura fitoplanctónica a las perturbaciones antrópicas de un lago templado." *Limnetica* no. 22:93-102.
- Wurzbacher, C.M. , F. Bärlocher, and H.P. Grossart. 2010. "Fungi in lake ecosystems." *Aquatic Microbial Ecology* no. 59 (125-149).