

# Características fisicoquímicas y bacteriológicas de los ambientes acuáticos del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina) posteriores a un período de aguas altas

Mirande, V.<sup>1,2</sup>; B. C. Tracanna<sup>1,3,4</sup>; S. E. Haleblan<sup>2</sup>; G. A. Barreto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ficología, Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos, Entre Ríos, Argentina.

<sup>3</sup> Instituto de Limnología del Noroeste Argentino, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.

<sup>4</sup> CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). virginiamirande@yahoo.com.ar

► **Resumen** — Mirande, V.; B. C. Tracanna; S. E. Haleblan; G. A. Barreto. 2010. "Características fisicoquímicas y bacteriológicas de los ambientes acuáticos del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina) posteriores a un período de aguas altas". *Lilloa* 47. El objetivo del presente trabajo fue estudiar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de cuerpos de agua leníticos y lóticos del Parque Nacional Pre-Delta luego de un período de aguas altas. Para ello se coleccionaron siete muestras de agua provenientes de tres lagunas, dos riachos y un arroyo que fueron analizadas por personal de la Secretaría de Medio Ambiente (Área Laboratorio) del Gobierno de la provincia de Entre Ríos. En base a los resultados se destacó la influencia antrópica en la Laguna Irupé, con enriquecimiento nitrogenado, y en riacho Vapor Viejo por desechos cloacales, entre otros factores.

**Palabras clave:** fisicoquímica, bacterias, cuerpos de agua, Parque Nacional Pre-Delta, Argentina.

► **Abstract** — Mirande, V.; B. C. Tracanna; S. E. Haleblan; G. A. Barreto. 2010. "Physicochemical and bacteriological characteristics of aquatic environments from Pre-Delta National Park (Entre Ríos, Argentina) after a high water period". *Lilloa* 47. The aim of this paper was to study physicochemical and bacteriological characteristics of lotic and lenitic water bodies from Pre-Delta National Park after a high water period. Seven samples were collected from three lakes, two rivers and one stream and there were analyzed by personal of Environmental Middle Secretary (Laboratory Area) of Entre Ríos Province Government. In base of results, anthropical influences were detached in the Irupé Lake and in Vapor Viejo River because nitrogen enrichment and cloacal wastes, respectively.

**Keywords:** physicochemical, bacteria, body waters, Pre-Delta National Park, Argentina.

## INTRODUCCIÓN

El estudio de las características fisicoquímicas y bacteriológicas de los cuerpos de agua del Parque Nacional Pre-Delta surgió ante el interés de introducirnos en el conocimiento del fitoplancton (Mirande *et al.*, 2009 a, b). La comprensión de la calidad del agua de los sistemas acuáticos es fundamental ante una mayor demanda del sistema para diferentes usos (recreativos, hidroeléctricos, agrícolas, industriales, etc.). Un mal manejo de estos recursos conduce a alteraciones en sus condiciones físicas, químicas y

biológicas que, en muchos casos, son irreversibles o requieren de tiempo para su modificación. Los diversos cuerpos de agua son capaces de soportar ciertas cargas de elementos exógenos (materia orgánica, nutrientes, minerales, entre otros) siempre que se presenten en concentraciones que no afecten su funcionalidad integral. Tales ambientes poseen procesos naturales de autodepuración en los que los organismos juegan un papel fundamental en la degradación de sustancias orgánicas a diversos elementos necesarios para la vida, tales como carbono, nitrógeno, azufre, fósforo, etc., que son reincorporados al sistema (Leynaud, 1979).

Los grandes ríos de llanura están influenciados por los pulsos de inundación que conducen a períodos de aislamientos y conexiones de la planicie aluvial y el cauce principal (Zalocar de Domitrovich & Vallejos, 1982; Junk *et al.* 1989; García de Emiliani, 1980; Neiff, 1996; Aceñolaza *et al.*, 2004; otros). El concepto de pulso de inundación fue desarrollado por Junk *et al.* (1989) y surgió como un modelo conceptual aplicable a estos grandes ríos con llanura aluvial, en los cuales la recurrencia de los pulsos permitió explicar el intercambio de materia y energía entre el cauce principal y zonas anegables. Este último enfoque ha puesto de manifiesto la importancia de la existencia de conectividad entre los subsistemas, esencial para mantener la estructura de la llanura y preservar los procesos que regulan la producción del río a través del intercambio de nutrientes y materia orgánica (Baigún *et al.*, 2005). Las llanuras de inundación son sistemas dinámicos geomorfológica e hidrológicamente, con una variabilidad ambiental que comprende hábitats lóticos y leníticos permanentes, asociados a áreas de transición (Junk *et al.*, 1989). Los suelos en el Delta del río Paraná son de origen fluvial, con texturas limo-arcillosas, areno-limosas o arenosas (de grano medio a fino), presentando escasa estructuración y desarrollo en sus perfiles (Aceñolaza *et al.*, 2004). Los pulsos periódicos de inundación favorecen el ingreso de sólidos en suspensión y el acarreo de nutrientes adsorbidos a los sedimentos suspendidos (Bonetto *et al.*, 1989), lo cual estimula el desarrollo del plancton, esencial para la supervivencia de peces en estos ecosistemas (Bonetto, 1975).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de cuerpos de agua leníticos y lóticos del Parque Nacional Pre-Delta luego de un período de aguas altas. Hasta la fecha se carecía de un relevamiento ambiental de los sistemas acuáticos de este parque y sí se contaba con datos geomorfológicos, faunísticos y florísticos (Malvárez *et al.* 1992; Aceñolaza *et al.*, 1999, 2004; Zamboni, 2003; Baigún *et al.*, 2005; otros) y con los prime-

ros aportes ficoflorísticos dados por los trabajos de Mirande *et al.* (2009 a, b).

#### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Pre-Delta corresponde a un área protegida fundada en 1992 con el fin de preservar una franja de ambiente deltaico (zona insular de 2458 ha más un pequeño sector de barranca) en el extremo norte del Delta Superior del río Paraná (32°03'43"S y 60°38'39"W). Este parque se ubica a 4 km de la ciudad de Diamante, sobre una llanura aluvial producida por la acumulación de materiales sueltos como arena, limo, arcilla y materia orgánica acarreados por las corrientes de agua. Una de las características geográficas más notables son las variedades de hábitat que presenta y, por lo tanto, de comunidades (Malvárez *et al.*, 1992; Aceñolaza *et al.*, 1999, 2004; APN, 1995, 2003). Se trata de un paisaje heterogéneo, cuyo origen y funcionamiento se encuentra íntimamente relacionado con la acción de la dinámica fluvial (pulsos de inundación). La morfología del área está sujeta al régimen de las inundaciones que suelen ser muy importantes y tienen un efecto de erosión sobre las partes altas y de relleno por sedimentación sobre las zonas bajas. Por este motivo, el relieve cambia lenta y constantemente. Presenta un clima templado-cálido húmedo, con precipitaciones promedios cercanas a 1000 mm anuales, registrándose los mayores valores en verano y los mínimos en época invernal. No se observan grandes amplitudes térmicas y la temperatura media anual oscila entre 16,7-18 °C. La zona de estudio está totalmente delimitada por cursos de agua, hacia el noroeste por riacho Vapor Viejo, el cual es un desvío del río Paraná en forma de hoz, cuyo extremo vuelve a unirse al curso principal. El arroyo La Azotea, en parte, actúa como límite noreste y, fuera del parque, se une al arroyo del Barro. El riacho Las Mangas divide el área en dos mitades y, como los restantes cursos de agua, posee un cauce mas o menos sinuoso que se desplaza en dirección noroeste-sudes-

te. En líneas generales los estratos geológicos que componen la región son areniscas y arcillas con un alto contenido salino que se transfiere a las aguas subterráneas y, por último, los depósitos más recientes están formados por arenas aluviales y materiales palustres. Las aguas del delta son enteramente dulces ya que no desemboca en el mar y, por lo tanto, carece de vegetación costanera halófila. En épocas relativamente actuales, antes de que la zona de estudio fuese un área protegida, se utilizó para la ganadería extensiva al igual que para la caza y la extracción de leña sin ningún tipo de control (Rodríguez, 2003). El río Paraná está influenciado por fenómenos climáticos naturales como "El Niño" o "La Niña" que conducen a varios años de inundación o de estiaje (Bó, 2005) y, en su sector medio, la tasa media de transporte de sedimentos llegó a 79,4 millones de toneladas por año y 38,7 millones de toneladas para un período seco (Depetris & Lenardon, 1982).

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio estuvo totalmente anegada hasta otoño, por lo cual el muestreo se llevó a cabo en julio de 2007. Se estudiaron siete ambientes pertenecientes a tres lagunas, dos riachos y un arroyo (Tabla, Fig. 1).

En los ambientes lacustres y en riacho Las Mangas las extracciones se llevaron a cabo cerca de las orillas, mientras que en los otros puntos de muestreo se tomaron en

el centro del cauce fluvial. Las lagunas Las Bogas (sitio 1) y del Baño (sitio 2) están localizadas en zonas "prístinas", mientras que en Irupé (sitio 3) desemboca una acequia que atraviesa tierras vecinales al Parque Nacional Pre-Delta empleadas en actividades agroganaderas. En riacho Vapor Viejo, comunicado directamente con el Paraná e influenciado por éste, se seleccionaron dos sitios de muestreo, uno de ellos (sitio 4) situado unos 4 km aguas abajo del sitio 5 (afectado por las actividades del puerto y efluentes domiciliarios). Los sitios 6 y 7 corresponden a ambientes menos perturbados que La Azotea (sitio 3), los cuales presentan puestos de guardaparques y, en el caso del último, alguna que otra casa de gente local.

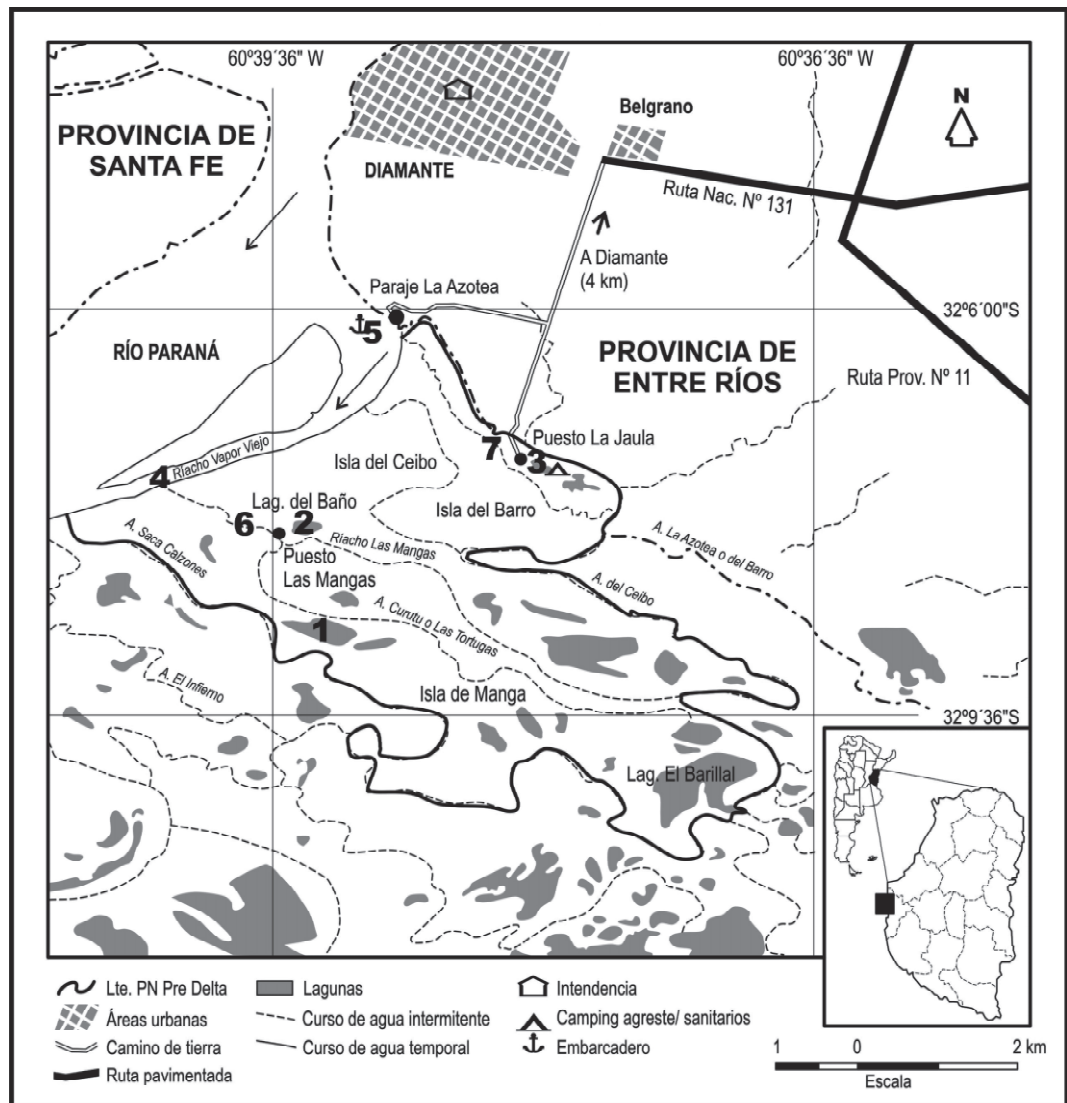
Para caracterizar los sitios de muestreo se tuvieron en cuenta pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), iones ( $\text{mg l}^{-1}$ ), dureza total ( $\text{mg l}^{-1}$ ), sólidos disueltos totales ( $\text{mg l}^{-1}$ ), oxígeno disuelto (OD) ( $\text{mg l}^{-1}$ ), demanda bioquímica de oxígeno ( $\text{DBO}_5$ ) ( $\text{mg l}^{-1}$ ), compuestos nitrogenados ( $\text{mg l}^{-1}$ ), materia orgánica ( $\text{mg l}^{-1}$ ) y bacterias Coliformes Totales (CT) (NMP/100ml), Coliformes Fecales (CF) (NMP/100ml) y Aerógenas-Intermedias-Cloacales (AIC) (NMP/100ml). Las muestras abióticas y bacteriológicas se tomaron, según los protocolos, en envases plásticos respectivos de 1,5 l y 250 ml y se transportaron refrigeradas y en oscuridad al laboratorio. Estas variables fueron determinadas por personal de la Secretaría de Medio Ambiente (Área Laboratorio) del Gobierno de la pro-

**Tabla 1.** Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo.

Muestras	Lugares de muestreo	Latitud	Longitud
Sitio 1	Laguna Las Bogas (isla de Las Mangas)	32° 0,8' 39,3" S	60° 39' 20,1" W
Sitio 2	Laguna del Baño (isla del Ceibo)	32° 0,7' 56,5" S	60° 39' 30,8" W
Sitio 3	Laguna Irupé (paraje La Jaula)	32° 0,7' 15,0" S	60° 37' 58,0" W
Sitio 4	Riacho Vapor Viejo (confluencia riacho Las Mangas)	32° 0,7' 33,3" S	60° 40' 25,9" W
Sitio 5	Riacho Vapor Viejo (puerto La Azotea)	32° 0,6' 6,20" S	60° 38' 51,1" W
Sitio 6	Riacho Las Mangas (puesto de guardaparques Las Mangas)	32° 0,7' 58,7" S	60° 39' 36,9" W
Sitio 7	Arroyo La Azotea (paraje La Jaula)	32° 0,7' 17,8" S	60° 38' 4,30" W

vincia de Entre Ríos, quienes utilizaron para sólidos disueltos (secado en estufa); dureza total ( $\text{CaCO}_3$  EDTA); alcalinidad total, calcio y magnesio (titulación EDTA); sodio y potasio (fotometría llama); cloruro (Mohr); sulfato (turbidímetro); amonio (Nessler); nitrito (Zambelli); nitrato (método espectrométrico ultravioleta selectivo); materia orgánica (permanganato); oxígeno disuelto (Winkler);  $\text{DBO}_5$  (diluciones e incubación a

$20^\circ\text{C}$  por 5 días); CT (fermentación en tubo múltiple), CF (caldo Mac Conkey), AIC (medio citrato de Koser). Los métodos empleados se basaron en APHA (1987) y Rodier (1985). La temperatura del agua (termómetro de alcohol), pH (peachímetro digital portátil Altronix, modelo TPA-I) y conductividad eléctrica (conductímetro marca Methrom, modelo 660, de lectura directa) se registraron en el campo.



**Figura 1.** Ubicación de los sitios de muestreo. 1) Laguna Las Bogas, 2) Laguna del Baño, 3) Laguna Irupé, 4) Riacho Vapor Viejo - confluencia riacho Las Mangas, 5) Riacho Vapor Viejo - puerto La Azotea, 6) Riacho Las Mangas, 7) Arroyo La Azotea.

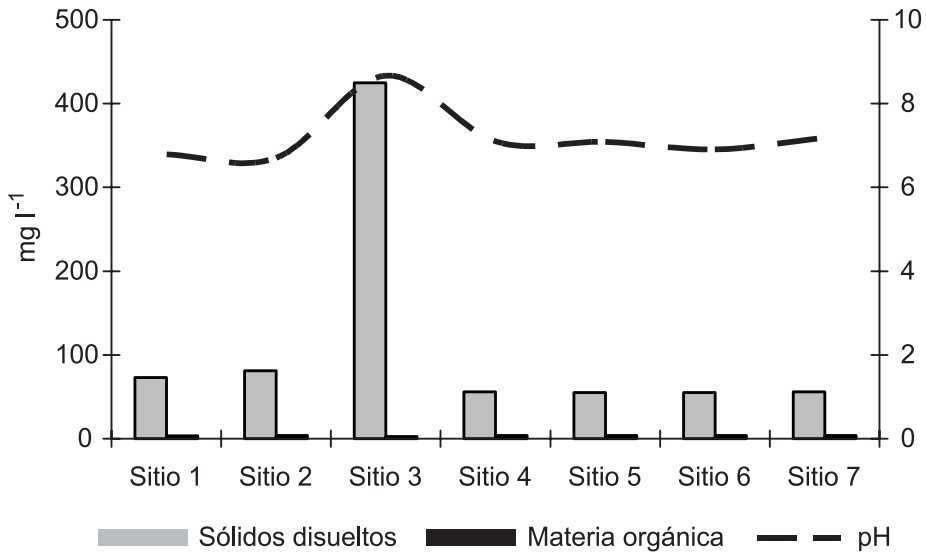


Figura 2. Valores de pH, materia orgánica y sólidos disueltos en los sitios de muestreo.

El análisis de componentes principales (ACP) se utilizó para la ordenación de las muestras en relación a las características fisicoquímicas y bacteriológicas de los ambientes seleccionados. Se emplearon los valores normalizados y estandarizados y la matriz de correlación. Los datos fueron procesados mediante el paquete estadístico NTSyS.

RESULTADOS

La temperatura del agua en las lagunas Las Bogas y del Baño fue de 10°C, mientras que en Irupé y en los ambientes lóticos fluctuó entre 13-15°C.

La dureza del agua fluctuó entre 37-105 mg l<sup>-1</sup> en los ambientes leníticos y entre 25-27 mg l<sup>-1</sup> en los lóticos.

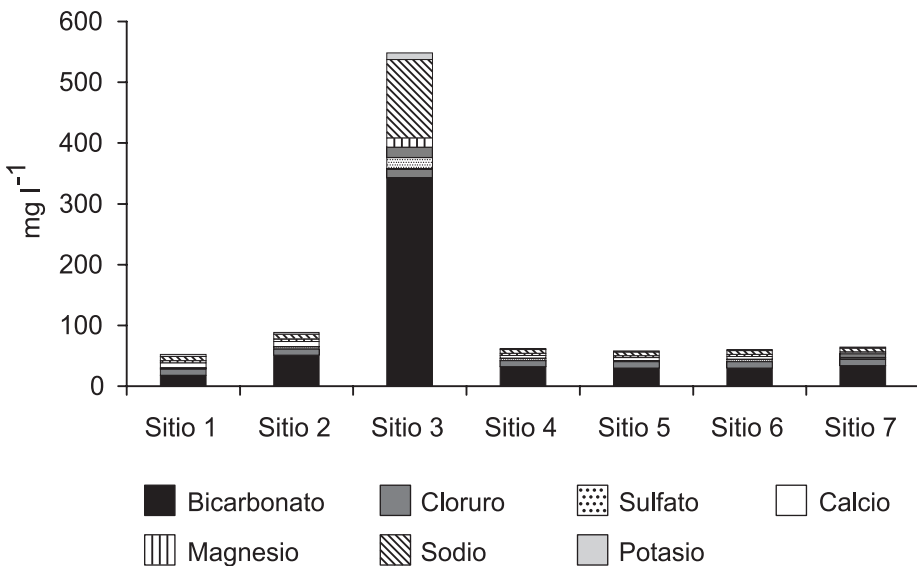


Figura 3. Carga iónica en los sitios de muestreo.

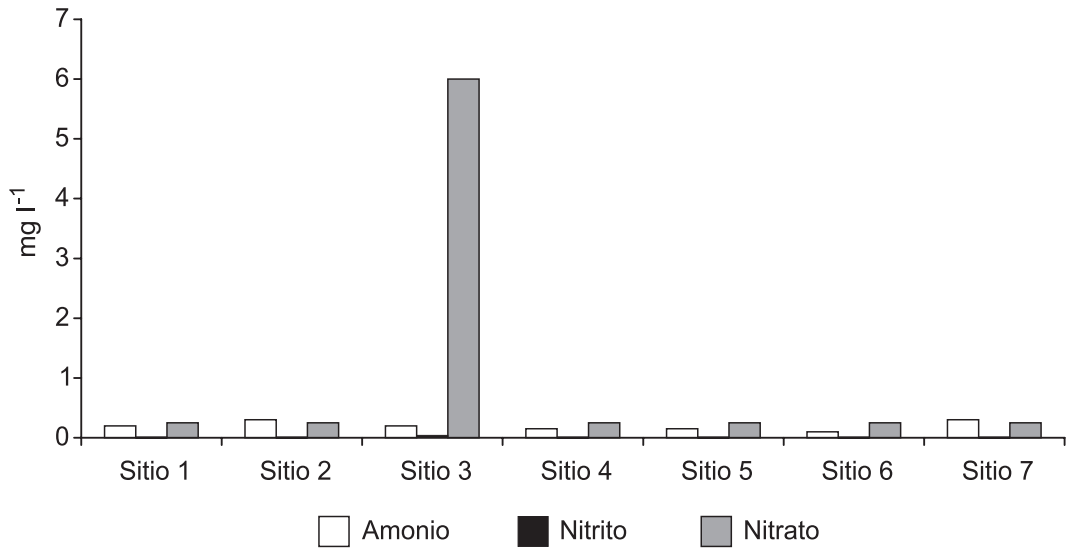


Figura 4. Compuestos nitrogenados en los sitios de muestreo.

El pH en los sitios de muestreo varió entre 6,7-8,67. Los sólidos disueltos alcanzaron los valores 55 y 56 mg l<sup>-1</sup> en los sistemas

lóticos y de 73, 81 y 425 mg l<sup>-1</sup> en los ambientes lacustres de Las Bogas, del Baño e Irupé, respectivamente. Los tenores de mate-

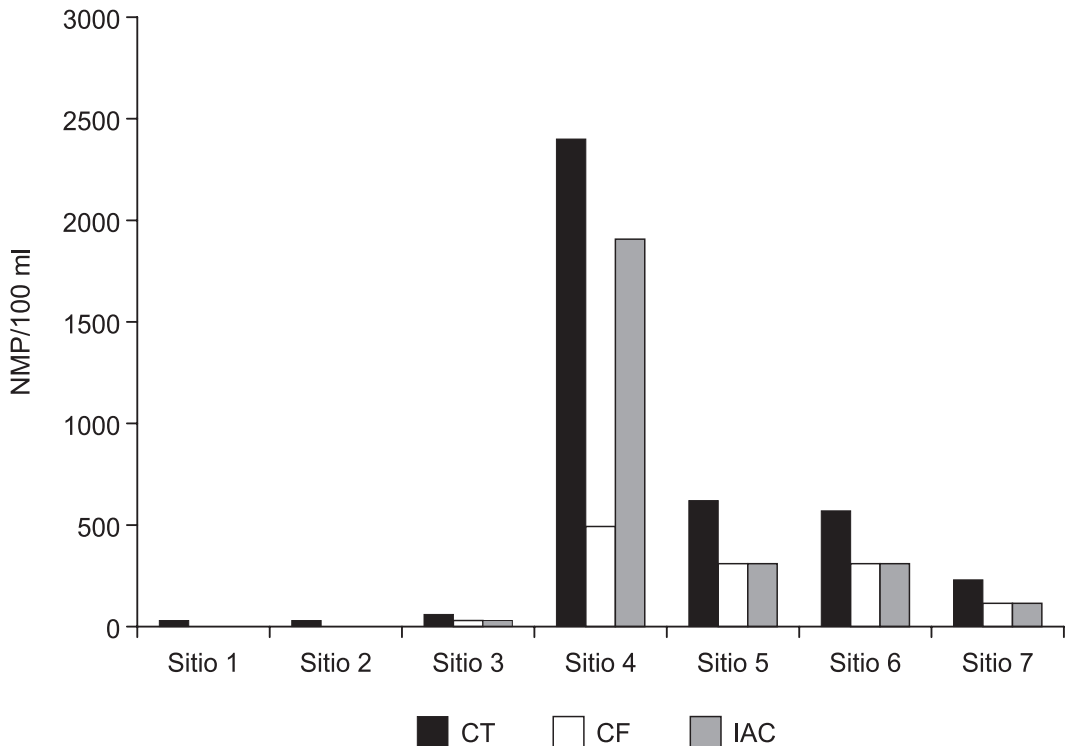


Figura 5. Carga bacteriana en los sitios de muestreo.

ria orgánica variaron entre 3,4-4 mg l<sup>-1</sup>, a excepción de Irupé, en la cual llegó a 2,4 mg l<sup>-1</sup> (Fig. 2).

La conductividad se ubicó entre 78-79  $\mu\text{S cm}^{-1}$  en los sistemas lóticos y fue de 105, 116 y 607  $\mu\text{S cm}^{-1}$  en las lagunas Las Bogas, del Baño e Irupé, respectivamente. De acuerdo a la carga iónica, las aguas fueron bicarbonatada-clorada-sulfatada-sódica-cálcica-potásica-magnésica en los sitios lóticos. En dos de los ambientes leníticos fueron bicarbonatada-clorada-sulfatada-cálcica-sódica-magnésica-potásica, mientras que en Irupé se asemejó a las aguas fluyentes, salvo por el ión sulfato que estuvo en segundo término de abundancia (Fig. 3).

Las concentraciones de amonio fueron de 0,1-0,3 mg l<sup>-1</sup> en los sitios de muestreo. El nitrito fue <0,01 mg l<sup>-1</sup>, excepto en la laguna Irupé (0,04 mg l<sup>-1</sup>). Respecto al nitrato, sus valores fueron <0,5 y sólo en Irupé se obtuvo 6 mg l<sup>-1</sup> (Fig. 4).

Las aguas se mantuvieron siempre oxigenadas, sus registros estuvieron entre 7,7-9,2 mg l<sup>-1</sup> de oxígeno en los sistemas lóticos. En los cuerpos leníticos, estos valores fueron de 5,5 y 6,8 mg l<sup>-1</sup> en Las Bogas y del Baño, respectivamente, y de 13,7 mg l<sup>-1</sup> en Irupé. Respecto a la demanda bioquímica de oxígeno, esta variable fue  $\leq 1$  mg l<sup>-1</sup> en todos los sitios de muestreo.

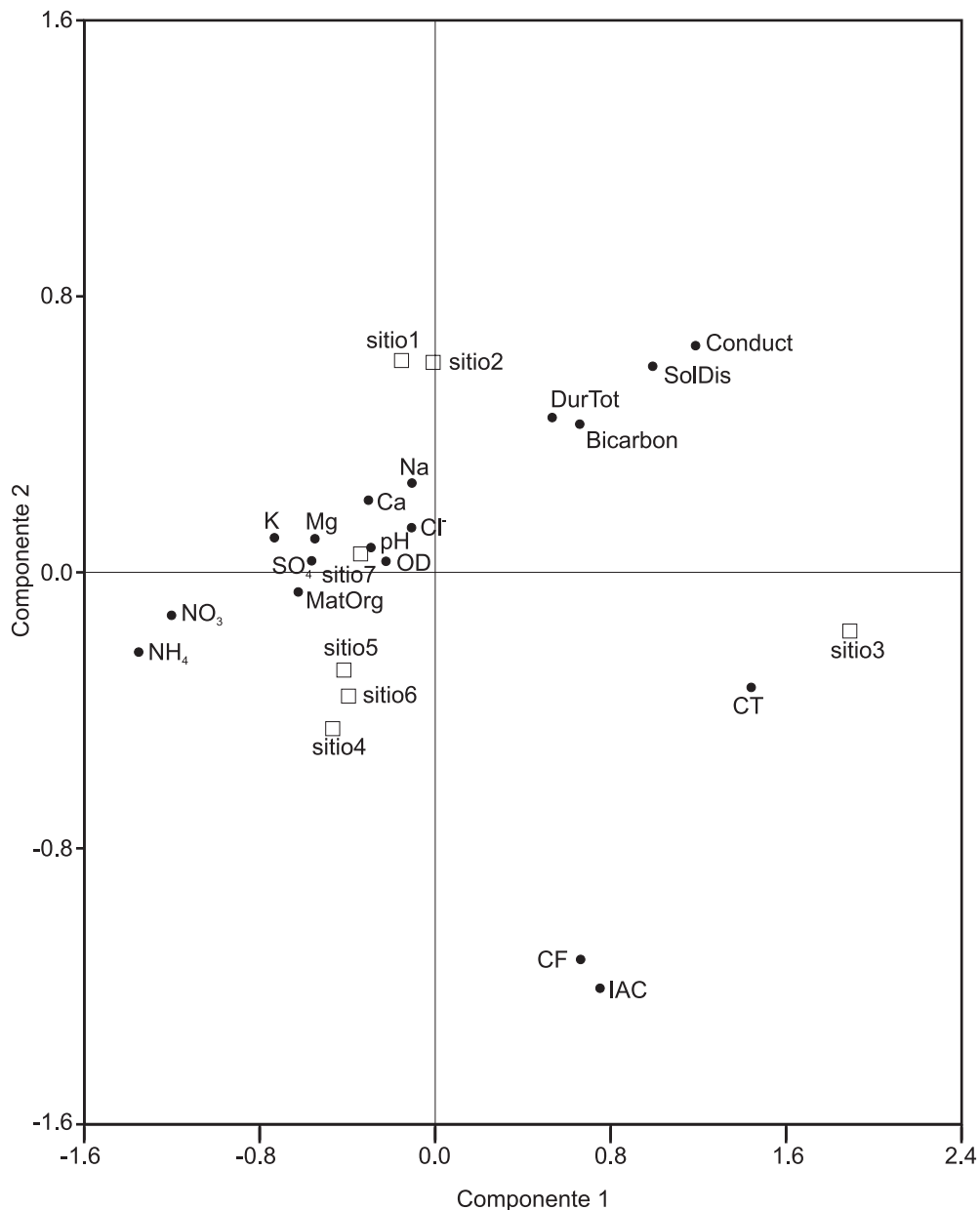
La concentración bacteriana en los sistemas lóticos fluctuó entre 230-2400 NMP/100ml de CT, 115-493 NMP/100ml de CF y 115-1907 NMP/100ml de AIC, obteniéndose los mayores valores en riacho Vapor Viejo-confluencia Las Mangas. En las lagunas Las Bogas y del Baño las bacterias Coliformes Fecales y las Aerógenas-Intermedias-Cloacales no fueron detectadas, mientras que en Irupé ambas llegaron a 30 NMP/100ml. Respecto a las Coliformes Totales, en estos últimos ambientes, los registros alcanzados fueron  $\leq 60$  NMP/100ml (Fig. 5).

Al aplicar el ACP para la ordenación de las muestras en relación a las variables fisicoquímicas y bacteriológicas, los tres factores explicaron el 98% de la variación total, aportando los ejes 1, 2 y 3 el 73, 21 y 4%, respectivamente. Los componentes uno y dos

posibilitaron una mejor separación de los ambientes estudiados. Las variables colocaron en el cuadrante inferior izquierdo a las muestras de los riachos, en lo cual influyeron especialmente los altos contenidos bacterianos y de oxígeno, además de que presentaron los menores tenores de amonio, sólidos disueltos, conductividad y nitrato. En el cuadrante inferior derecho fue ubicada la laguna Irupé ya que sus aguas tuvieron condiciones inversas a las previamente comentadas. El arroyo La Azotea fue colocado próximo a los otros ambientes lóticos pero no incluido en este grupo debido a que presentó un tenor bacteriano más bajo. En el caso de las lagunas Las Bogas y del Baño, ambas fueron situadas en el cuadrante superior izquierdo ya que, además de una escasa o nula carga bacteriana, pesó el hecho de que los sólidos disueltos, conductividad y amonio tuvieron valores intermedios al de los sistemas lóticos y a los de Irupé (Fig. 6).

## DISCUSIÓN

En la caracterización preliminar de los cuerpos de agua del Parque Nacional Pre-Delta tuvieron importancia los estratos geológicos (areniscas y arcillas) y depósitos actuales de arenas aluviales y materiales palustres que componen la región (Rodríguez, 2003), por ejemplo, para explicar los tipos de agua en base a las cargas iónicas detectadas. De acuerdo a Chapman & Kimstach (1996), la presencia de rocas carbonatadas en el área de estudio explicaría aproximadamente el 50% del carbonato y bicarbonato registrados en el ambiente acuático. En la mayoría de los ríos mundiales la dominancia de bicarbonato acompañado por cloruro y sulfato refleja la presencia de un lecho rocoso sedimentario y, especialmente, de minerales carbonatados (Berner & Berner, 1987; Allan, 1995). Sin embargo, el anión sulfato tiene también otras fuentes vinculadas con el hombre, por ejemplo, empleo de fertilizantes, aguas servidas, etc. (Allan, 1995). Capblanq & Tourenq (1978) consideran que en regiones templadas la composición química del agua depende principal-



**Figura 6.** Ordenación con el ACP de las muestras en relación a las variables fisicoquímicas y bacteriológicas. Abreviaturas empleadas: conductividad eléctrica (Conduct), dureza total (DurTot), bicarbonato (Bicarbon), cloruro (Cl<sup>-</sup>), sulfato (SO<sub>4</sub>), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), sólidos disueltos totales (SolDis), oxígeno disuelto (OD), materia orgánica (MatOrg), amonio (NH<sub>4</sub>), nitrato (NO<sub>3</sub>) y bacterias Coliformes Totales (CT), Coliformes Fecales (CF) y Aerógenas-Intermedias-Cloacales (AIC).

mente de la erosión y disolución de rocas y suelos del lecho, además de las actividades humanas. Los tipos de aguas encontradas fueron blandas, a excepción de la laguna

Irupé en la que fue moderadamente dura al comparar con una tabla indicadora de la relación entre la concentración de carbonato de calcio y la dureza; se considera agua



blanda si fluctúa entre 30-60 mg l<sup>-1</sup> de Ca<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y moderadamente dura si se encuentra entre 61-120 (Lind, 1979; APHA, 1992; Tortorelli & Hernández, 1995). Para la mayoría de las aguas continentales se han citado rangos de 4-9 de pH (APHA, 1989) y 10-1000  $\mu\text{S cm}^{-1}$  de conductividad eléctrica (Chapman & Kimstach, 1996), dentro de los cuales estuvieron nuestros resultados. Esta última variable es muy sensible a las variaciones en sólidos disueltos, especialmente sales minerales. La reglamentación francesa estableció seis grados de mineralización al compararla con la conductividad, correspondiendo a los ambientes estudiados una mineralización débil (100-200  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) a muy débil (<100  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), a excepción de Irupé en que alcanzó un nivel medio (333-666  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) (Rodier, 1981). Esto último sería un indicio de la influencia antrópica a la que está sometida esta laguna, en la cual desemboca una acequia que atraviesa campos aledaños al parque utilizados en actividades agroganaderas (Guarda Parque Nacional -GPN- Señor Pablo Giorgis, com. pers.). El registro de nitrato en este ambiente lacustre, cuyo valor fue superior a 5 mg l<sup>-1</sup> dado como límite entre aguas polutas o no por desechos humanos o animales o por fertilizantes (Chapman & Kimstach, 1996), también avalaría esta influencia antropogénica. Los tenores de oxígeno estuvieron por encima de la concentración mínima de 5 mg l<sup>-1</sup> considerada como base para mantener una ictiofauna viable en ríos templados, la cual en climas tropicales puede reducirse a 4 mg l<sup>-1</sup> (Branco, 1984). La presencia de medios oxigenados también es importante de destacarse ya que estas condiciones permiten que en la transformación de la materia orgánica a sustancias minerales se formen productos finales inocuos, tales como agua, dióxido de carbono, nitrato, fosfato, entre otros (Leynaud, 1979). La temperatura estuvo dentro del rango observado para aguas superficiales, según Chapman & Kimstach (1996) esta variable fluctúa entre 0-30 °C y es influenciada por factores como la latitud, estación del año, hora del día, viento, heladas y flujo y profundidad del cuerpo de agua. Las dife-

rencias térmicas observadas en nuestros resultados se vincularon principalmente a variaciones diurnas de esta variable ya que fue un día de aguas calmas.

Las bacterias son transmisoras de numerosas enfermedades hídricas como ser fiebres tifoidea y paratifoidea (*Salmonella* sp.), disentería bacilar (*Shigella* sp.), cólera (*Vibrio* sp.), entre otras. Las coliformes totales y fecales son los microorganismos indicadores de contaminación fecal más usados. Para diferenciar este último grupo de otros con características afines pero que están asociados a vegetales o al suelo y que no necesariamente implican este tipo de contaminación, los microbiólogos realizan el recuento o colimetría a través del método estadístico del Número Más Probable, detectándose los resultados positivos por turbidez en el medio y gas en la campana de Durham (Mariñelarena & Mariazzi, 1995). En los ambientes estudiados los tenores bacterianos aportados por las coliformes totales quintuplicaron y hasta fueron cuarenta y ocho veces superiores en los sistemas lóticos que en los leníticos, mientras que las concentraciones de fecales sólo llegaron a triplicarse. Sólo los ambientes lacustres presentarían aguas adecuadas para riego en relación a las características bacteriológicas, de 1000/100ml (CT) y 100/100ml (CF), dadas en 1987 por el Canadian Council of Resource and Environmental Ministers (CWQG) (Salusso, 1998). Los registros de fecales únicamente en cuatro de los sitios de muestreos no excedieron el valor propuesto por Argentina de 126/100ml para actividades recreativas con contacto directo (Saracho *et al.*, 2006). En ríos y lagos mundiales con un bajo impacto antrópico el rango estimado para contaminaciones con bacterias de origen fecal estaría entre <1-3000 organismos/100ml, mientras que en los cuerpos de agua en áreas altamente pobladas podría llegar a 10 millones (Chapman & Kimstach, 1996). Por último, aunque las bacterias son buenas indicadoras de contaminación fecal, en particular el grupo de las coliformes fecales (ejemplo, *Escherichia coli*), es importante que se tenga en cuenta que estos organismos son huéspedes norma-

les de los intestinos del hombre y de los animales de sangre caliente (Rodier, 1981), es decir, que las fuentes causantes no solamente tendrían origen humano.

En la ordenación de los sitios de muestreo del Parque Nacional Pre-Delta con el análisis de componentes principales, las variables fisicoquímicas y bacteriológicas explicaron una mayor variación que al utilizarse registros algales, aunque en ambos casos se obtuvieron los mismos resultados (Mirande *et al.*, 2009 b). El criterio del empleo por separado en estos ambientes de los datos abióticos y bacteriológicos de los ficológicos se tomó con la finalidad de conocer la contribución efectiva de cada uno. Aunque no se observó un gradiente ambiental vinculado a uno u otro de los componentes que contribuyese a la ordenación de las muestras, sí pudo notarse la influencia de las variables estudiadas, como ser compuestos nitrogenados, oxígeno, conductividad y carga bacteriana para separar los ambientes lóticos y leníticos y, dentro de éstos, a Irupé de las lagunas restantes.

#### CONCLUSIONES

En base al muestreo llevado a cabo en julio de 2007 fue posible llegar a las siguientes consideraciones puntuales sobre aspectos relacionados a las características fisicoquímicas y bacteriológicas del Parque Nacional Pre-Delta.

Las actividades agroganaderas en zonas linderas a la laguna Irupé producen impactos en la calidad del agua superficial que constituirían una fuente de eutrofización y degradación del ambiente. No debe olvidarse que toda la zona de estudio estuvo inundada hasta principio de año, lo cual pudo contribuir a disminuciones del impacto antrópico.

Desde el punto de vista bacteriológico, las concentraciones de coliformes totales y fecales halladas en el agua estuvieron dentro del rango estimado para ríos y lagos mundiales con un bajo impacto antrópico. No obstante las cargas de microorganismos bacterianos coliformes fueron bajas, mostraron variabilidad según los sitios de mues-

treo, destacándose un mayor deterioro en los ambientes lóticos que leníticos. Sólo los ambientes lacustres y el arroyo La Azotea tendrían tenores de fecales que permitirían el uso de estos cuerpos de agua para tareas recreativas.

El análisis de componentes principales mostró sensibilidad a los diversos efectos antrópicos permitiendo la separación de los ambientes lóticos de los leníticos y, dentro de éstos, de Irupé, además de que explicaron una mayor variabilidad que cuando se aplicaron datos ficológicos.

Es importante que en los medios acuáticos se tengan en cuenta sus capacidades de autodepuración en función a características abióticas y biológicas y, de este modo, preservarlos de un mal manejo, ya que el agua es un recurso imprescindible para la vida.

#### AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Entre Ríos por la financiación de este trabajo dentro del Proyecto de Investigación y Desarrollo Anual (PIDA) "Biodiversidad ficológica en ambientes acuáticos de Entre Ríos. I. Parque Nacional Pre-Delta" (resolución n° 782-06). También se desea agradecer a la Administración de Parques Nacionales y a su personal en el PNP (ciudad de Diamante), especialmente a los GPN Señores Reynaldo Zanello y Pablo Giorgis.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Aceñolaza, P. G., J. de Dios Muñoz & R. Zanello. 1999. Flora y vegetación del Parque Nacional Pre Delta. Reuniones de comunicaciones de la Asociación Biológica del Litoral.
- Aceñolaza, P. G., H. E. Povedano, A. S. Manzano, J. de Dios Muñoz, J. I. Areta & A. L. Ronchi Virgolini. 2004. Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta. En: Aceñolaza, F. G. (ed.). Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino. INSUGEO, Miscelánea 12: 169-184.
- Allan, J. D. 1995. Stream Ecology. Structure and function of running waters. Chapman & Hall. London. First edition. 388 pp.
- APHA [American Public Health Association]. 1987. Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewaters. 1275 pp.

- APHA (American Public Health Association). 1989. Standard Methods for the Examination of Waters and Wastewaters. 17th edition. American Public Health Association. Washington DC. 1268 pp.
- APHA (American Public Health Association). 1992. Métodos Normalizados. Para el análisis de aguas potables y residuales. 17ª edición. Ed. Díaz de Santos, S. A. Madrid.
- APN (Administración de Parques Nacionales). 1995. Sistema de Áreas naturales protegidas de la Provincia de Entre Ríos, República Argentina. Paraná - Buenos Aires. 120 pp.
- APN (Administración de Parques Nacionales). 2003. Plan de uso público, Parque Nacional Pre Delta. Buenos Aires. 28 pp.
- Baigún, C., N. Oldani & J. Nestler. 2005. Integridad ecológica en los ríos Paraná y Mississippi: ¿trayectorias paralelas o divergentes? En: Aceñolaza, F. G. (ed.). Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II. INSUGEO, Miscelánea 14: 91-104.
- Berner, E. K. & R. A. Berner. 1987. The Global Water Cycle: Geochemistry and Environment. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. New Jersey. 398 pp.
- Bó, R. F. 2005. Situación ambiental en la Ecorregión Delta e islas del Paraná. En: Ecorregión Delta e Islas del Paraná. La Situación Ambiental Argentina: 131-143.
- Bonetto, A. A. 1975. Hydrologic regime of the Paraná River and its influence on ecosystems. In: Hasler, A. D. (ed.). Coupling of land and water systems, Springer-Verlag, New York: 175-198.
- Bonetto, A. A., I. Waiss & H. Castello. 1989. The increasing damming of the Paraná basin and its effects on the lower reaches. Regulated Rivers 4: 333-346.
- Branco, S. M. 1984. Limnología Sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales. Serie de Biología 28: 1-120.
- Capblanq, J. & J. N. Tourenq. 1978. Hydrochimie de la riviere Lot. Annls. Limnol. 14: 25-37.
- Chapman, D. & V. Kimstach. 1996. The selection of water quality variables. In: Chapman, D. (ed.). Water Quality Assessments. A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. Chapman & Hall. University Press, Cambridge, Great Britain: 51-119.
- Depetris, P. J. & A. M. Lenardón. 1982. A second report on particulate and dissolved phases in the Paraná River. In: Degens, E. T, S. Kempe & H. Soliman (eds.) Transport of carbon and minerals in major world rivers. Pt 2. Mitteilungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Hamburg, SCOPE/UNEP Sonderband 52: 167-181.
- García de Emiliani, M. O. 1980. Fitoplancton de una laguna del valle aluvial del Paraná Medio ("Los Matadores", Santa Fe, Argentina). I. Estructura y distribución en relación a factores ambientales. Ecología 4: 127-140.
- Junk, W., P. Bayley & R. Sparks. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Fishand Aquatic Science 106: 110-127.
- Leynaud, G. 1979. Métodos generales de depuración de aguas residuales. En: Pesson, P. (ed.). La contaminación de las aguas continentales. Incidencias sobre las biocenosis acuáticas. Eds. Mundi-Prensa. Madrid: 1-26.
- Lind, O. T. 1979. Handbook of common methods in limnology. Second edition. The C. V. Mosby Co. Londres. 199 pp.
- Malvárez, A., P. Kandus & J. A. Merler. 1992. Evaluación y diagnóstico del Parque Nacional «Predelta La Azotea». Inf. Ined. UBA-APN. 22 pp.
- Mariñelarena, A. J. & A. A. Mariazzi. 1995. Cuantificación de bacterias indicadoras de contaminación fecal. En: Lopretto E. C. & G. Tell. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Argentina. Ediciones Sur 1: 95-104.
- Mirande, V.; G. A. Barreto; S. E. Haleblan & B. C. Tracanna. 2009 b. Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina) II. Estudio cuantitativo del fitoplancton. Bol. Soc. Argent. Bot. 44 (1-2): 11-23.
- Mirande, V., S. E. Haleblan, G. A. Barreto & B. C. Tracanna. 2009 a. Biodiversidad del Parque Nacional Pre-Delta (Entre Ríos, Argentina). I] Riqueza del fitoplancton. Lilloa (1-2): 88-136.
- Neiff, J. 1996. Large rivers of South America: toward the new approach. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 167-180.
- Rodier, J. 1981. Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Ed. Omega. Barcelona. España: 803-906.
- Rodríguez, G. O. 2003. Parque Nacional Pre-Delta. Historia N° 427 (edición especial). Parques Nacionales. Buenos Aires.
- Salusso, M. M. 1998. Evaluación de la calidad del agua de dos ríos del valle de Lerma (Salta) sometidos a acción antrópica. Tesis Magíster. Universidad Nacional del Litoral. 84 pp.
- Saracho M., L. Segura, P. Moyano, N. Rodríguez & E. Carignano. 2006. Calidad del agua del río del Valle, Catamarca, para uso recreativo. Revista de Ciencia y Técnica n° 12. 14 pp.
- Tortorelli, M. del C. & D. A. Hernández. 1995. Calidad de agua de un ambiente acuático sometido a efluentes contaminantes. En: Lopretto E. C. & G. Tell. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Argentina. Ediciones Sur 1: 217-230.
- Zalocar de Domitrovich, Y. & E. R. Vallejos. 1982. Fitoplancton del río Alto Paraná. Variación estacional y distribución en relación a factores ambientales. Ecosur 9 (17): 1-28.
- Zamboni, L. P. 2003. Dinámica de materia orgánica en tres bosques de la llanura de inundación del Río Paraná. Tesina de Licenciatura en Biodiversidad. FHC-UNL. Santa Fe. 69 pp.