

FACENA, Vol. 19, pp. 67-85, 2003

---

## CALIDAD DEL AGUA EN EL TRAMO BAJO DEL RIO NEGRO (CHACO, ARGENTINA)

Alicia S.G. POI de NEIFF<sup>(1,2)</sup>; Carlos A. PATIÑO<sup>(2)</sup>; Juan J. NEIFF<sup>(2)</sup> y Abel O. RAMOS<sup>(1,2)</sup>

**ABSTRACT:** Water quality in the lower stretch of the Negro River (Chaco, Argentine).

The main physical, chemical and biological characteristics of surface waters were measured between November 1999 and May 2002 in four sampling sites located in the course of Negro River. At sites 1 and 2 wetlands and alluvial forest with low human occupation characterize the bordering landscape. Sites 3 y 4 were affected by domestic and industrial discharges, although in the last years tannin production was working at a reduce volume. The chemical composition of surface water was derived primarily from the rain seasonality and the wash-out of salt rich wetlands soil into the river channel. Conductivity was higher during the dry period than the rain period. Salinity varied between 82.7 mg.l<sup>-1</sup> and 6500 mg.l<sup>-1</sup>. The mean concentration of total phosphorus was high (1053 µg.l<sup>-1</sup>) and pH was neutral or slightly alkaline. At site 4, organic matter content (COD = 385 mg.l<sup>-1</sup>) increased significantly during the low water period. There were not found residues of 27 pesticides and organochlorine compounds on bottom sediments at sampling sites. Cadmium (Cd) and lead (Pb) content in bottom sediments fell below the detection limits. Chromium (Cr) content varied between 14 and 22 µg. g dry weight depending on study sites. Ten species of aquatic plants were collected at Site 1, which is characterized by low flow velocities. The macrophytes species richness decreased downstream. The occurrence of some macrophytes species such as *Hydrocotyle ranunculoides* and *Ceratophyllum demersum* was related to significant phosphorus availability. Chlorophyll *a* concentration, as indicator of phytoplankton biomass, was low at all study sites (minor than 20 µg.l<sup>-1</sup>).

**RESUMEN:** Las principales características físicas, químicas y biológicas fueron medidas entre noviembre de 1999 y mayo de 2002 en 4 sitios ubicados en el cauce principal del río Negro. En los sitios 1 y 2 los humedales y bosques con baja ocupación humana constituyen el paisaje característico que bordea al curso principal. Los sitios 3 y 4 están afectados por descargas domésticas e industriales, aunque la producción de tanino fue de menor volumen en los últimos años. La composición química del agua superficial estuvo influenciada por la estacionalidad de las lluvias y el lavado de suelos ricos en sales de los humedales hacia el canal del río. La conductividad eléctrica del agua durante las sequías fue más alta que la registrada después de las lluvias. La salinidad fluctuó de manera semejante entre 82,7 mg.l<sup>-1</sup> y 6500 mg.l<sup>-1</sup>. La concentración promedio de fósforo total fue alta (1053 µg.l<sup>-1</sup>) y el pH neutro o ligeramente alcalino. En el sitio 4, el contenido de materia orgánica (DQO=385 mg.l<sup>-1</sup>) aumentó significativamente durante el periodo de aguas bajas. No se encontraron residuos de 27 plaguicidas y compuestos organoclorados en los sedimentos del fondo de los sitios muestreados. El contenido de Plomo y Cadmio de los sedimentos estuvo debajo del límite de detección. Los valores de Cromo varió entre 14 y 22 µg.g de sedimento seco, dependiendo del sitio estudiado. Diez especies de plantas acuáticas fueron recolectadas en el Sitio 1 que se caracterizó por baja velocidad de flujo. La riqueza de macrófitas disminuyó aguas abajo. La ocurrencia de algunas especies, tales como *Hydrocotyle ranunculoides* y *Ceratophyllum demersum*, estuvo relacionada con la buena disponibilidad de fósforo. La biomasa de algas indicada por la concentración de clorofila *a* fue baja en todos los sitios estudiados (inferior a 20 µg.l<sup>-1</sup>).

**Palabras claves:** Ríos, Argentina, calidad del agua, contaminación

**Key words:** River, Argentine, water quality, pollution

---

(1) Asignatura Limnología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FACENA-UNNE). Av. Libertad 5470 (3400) Corrientes, Argentina

(2) Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL-CONICET). Ruta Pcial. N°5 km 2,5 (3400) Corrientes, Argentina. E-mail: cecoal@arnet.com.ar

## INTRODUCCIÓN

El río Negro escurre en la planicie del Chaco Oriental, cuyo paisaje tiene muy escasa pendiente y articula sabanas con marcada estacionalidad climática. La pendiente longitudinal de la cuenca tiene dirección predominante ONO-ESE, como resultado de formar parte de la paleored difluente del río Bermejo.

La morfología actual de la cuenca proviene de un período climático más húmedo en que los cursos de agua del Chaco Oriental recibieron la influencia del río Bermejo que baja de los Andes cargado de sedimentos y que produjo desbordes y cambios de curso que afectaron a las cuencas autóctonas de la región.

El régimen hidrológico depende de las lluvias locales de su cuenca de captación, que se caracterizan por la alta variabilidad (> 100%) del aporte mensual respecto de los promedio anuales. En su tramo final, está influenciado por el régimen de crecidas del río Paraná, que es el colector final de sus aguas.

La cuenca comprende sectores con suelos salinos y salino-alcalinos, con alta proporción de sodio combinado con sulfato y cloruro en el complejo de intercambio (OEA, 1975; Ledesma y Zurita, 1995).

El río atraviesa la ciudad de Resistencia (Chaco) y, durante años muy lluviosos como 1982 y 1998, produjo desbordes que inundaron barrios causando perjuicios importantes. Para evitar inundaciones, parte de su caudal durante períodos críticos fue derivado al río Salado, que corre subparalelo al río Negro, fuera de la ciudad, por un área agropecuaria.

En la zona urbana, el río Negro recibe desechos domésticos e industriales, provenientes de taninerías, curtiembres, frigoríficos y otras, cuya actividad fue muy irregular en los últimos años, dependiendo de las fluctuaciones de la economía nacional y provincial.

Con anterioridad a este estudio se han detectado mortandades de peces y deterioro de la calidad del agua (Olivares, 1982), vertido de tanino y otras sustancias tóxicas en el tramo comprendido entre Puerto Bastiani y Puerto Tirol, con fuerte disminución del oxígeno disuelto en agua (Depetris *et al.*, 1995; Ruberto, 1999).

En el área afectada por los efluentes industriales, Varela *et al.* (1980) determinaron la abundancia de oligoquetos tubificidos, indicadores de aguas enriquecidas con materia orgánica. Más recientemente, Poi de Neiff y Ramos (2002), detectaron toxicidad utilizando bioensayos con agua y extracto de sedimentos provenientes de la localidad de Puerto Tirol.

Esta contribución presenta algunas características útiles para valorar la calidad del agua: a) las principales propiedades físicas y químicas del agua en 4 sitios del curso principal del río Negro y su relación con las características morfológicas e hidrológicas de la cuenca. b) los resultados del análisis de residuos de plaguicidas y de metales pesados en los sedimentos del fondo del río. c) información acerca del contenido de nutrientes del agua, el desarrollo de macrófitas acuáticas y la biomasa de las algas.

### Características morfológicas e hidrológicas del área estudiada

La morfología fue generada por desplazamientos laterales sucesivos de los ríos de la planicie chaqueña. El Bermejo en su tramo inferior, aguas abajo de las Juntas de San Francisco, Provincia de Salta y, posiblemente, del Salado-Juramento (Adámoli *et al.*, 1972; Castellanos, 1968; Iriondo, 1993; Popolizio, 1978).

El término *cuenca*, en ríos de llanura, debe entenderse sólo como referencia geográfica para indicar, aproximadamente, las zona receptora de aguas, aunque los límites son difusos y muy móviles al considerar la fase seca y húmeda del paisaje.

El origen reconocible en la actualidad del curso se sitúa, aproximadamente, 15-20 km al N-NO de Juan José Castelli (Chaco) (25°50'S-60°42'O), configurando un cauce inactivo (Riacho Nogueira) que se extiende con rumbo NO-SE.. Con frecuencia, este tramo del curso, se encuentra generalmente sin agua sobre el suelo y es colonizado por especies forestales: *Prosopis nigra*, *Prosopis affinis*, *Jodinia rombigolia*, entre otras.

Tiene este nombre y sus características hidrológicas hasta la cercanía del gran Estero del Río Negro, modificando su topónimo a la salida del mismo (26°30'S-59°50'O), desde donde se lo conoce como Zanjón del Río Negro, por el que escurre agua durante los períodos de fuertes lluvias.

Según la cartografía del Instituto Geográfico Militar (IGM), el río Negro tiene su curso definido algo más abajo, desde las proximidades de Colonias Unidas (26°42'S-59°40'O, Chaco) hasta su desembocadura en el río Tragadero, al que se une para desaguar en el riacho Barranqueras y finalmente en la margen derecha del río Paraná (Fig.1).

El tramo Colonias Unidas-Tragadero, constituye la parte activa de la cuenca, con aportes hídricos provenientes de grandes humedales periféricos, que se integran con el Río Negro mediante pequeños cauces excavados por erosión regresiva.

El cauce del Río Negro recibe el aporte de dos subcuencas muy importantes: Salto de la Vieja y Arroyo Saladillo (Popolizio, *op.cit.*).

El desarrollo de la primera subcuenca comienza más o menos 17 km al Este de la localidad de Tres Isletas (26°20'S-60°15'O), en los humedales de los parajes conocidos como Pampa Cabá Ñaró y Colonia El Tacuruzal. Este tramo es denominado Zanjón del Salto de la Vieja o Paso del Oso, hasta la Cañada Candé.

Posteriormente recibe el nombre definitivo de Salto de la Vieja hasta su unión con el arroyo San Carlos (Fig. 1), que funciona como colector final, con descarga directa en el cauce del Río Negro (27°08'S-59°25'O).

La subcuenca del Arroyo Saladillo comienza en el denominado Estero del Saladillo, en las proximidades de Presidencia de la Plaza, a partir de la confluencia de las cañadas Cien y Raigonal. Desde la salida del Estero del Saladillo, se desarrolla un curso bien definido (Arroyo Saladillo), que desemboca en el Río Negro (27°16'S-59°12'O).

Las áreas de *esteros* y *cañadas* por la baja declividad del terreno, tienen límites poco definidos, lo que determina fenómenos de transfluencia de cuencas, como consecuencia de lluvias locales intensas, en las que suele producirse el cegamiento de alcantarillas y vías de desagüe en caminos rurales.

La superficie colectora más efectiva, es 461 km<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente la mitad (48%), corresponde a la subcuenca Salto de la Vieja.

Otros humedales, como por ejemplo Feldman, Gualtieri, Ciervo Petiso y Laguna Limpia, podrían contribuir al caudal del tramo bajo del Río Negro en condiciones hidrológicas menos frecuentes, producidas por fuertes eventos de El Niño.

El diseño del cauce actual es meándrico, con índice de sinuosidad que varía entre 2 y 2,5. Su ancho más frecuente fluctúa entre 10 y 15 m y el coronamiento de los albardones, que funcionan como cierres laterales, se encuentra 3-5 m sobre el fondo.

La sección del cauce con agua permanente (lecho menor), presenta formas geométricas regulares, aproximadamente trapezoidales. Las zonas de desborde (lecho mayor), muy irregulares tanto en su morfología como en su extensión; incluyen bañados que reciben, además de las lluvias directas, los derrames laterales del río.

La evapotranspiración es del orden de los 1000 mm.año<sup>-1</sup>. Un volumen menor se almacena en bañados y lagunas someras de la planicie lateral al curso y el excedente escurre hacia el cauce a mediados o final del período lluvioso.

El lavado de los suelos salinos de la cuenca de aporte aumenta la concentración de sales, especialmente de sulfato y cloruro de sodio en el horizonte superficial del suelo (OEA, 1975, *op.cit.*; Ledesma y Zurita, *op. cit.*). La elevada cantidad de fósforo (> 20 ppm) en los suelos de los bosques de la cuenca (OEA, 1975, *op.cit.*; Ledesma y Zurita, *op.cit.*), determina que parte de este elemento tomado por erosión mantiforme del horizonte superficial del suelo, sea depositado en los esteros y bañados, para luego ser parcialmente retransportado hacia el cauce principal.

El fondo del cauce, esta constituido por sedimentos limosos, con variable cantidad de arcilla y algo de arena fina o muy fina (Orfeo, 1986).

Los numerosos paleocauces de la cuenca activa, fueron originados por procesos locales de avulsión encontrándose obliterados y sin vinculación directa con el río.

Los meandros abandonados de la planicie, constituyen numerosas lagunas semilunares (madrejones), que funcionan como reservorios de agua.

El río corre encajonado y en la planicie lateral se pueden distinguir:

- diques (“albardones”), constituidos por superposición de capas sedimentarias subparalelas, de espesor variable, aportadas durante los derrames del río en aguas altas. Están compuestas por arenas finas y muy finas (~ 50-60%), complementada con limos medios y finos (30-35%) y parcialmente cubiertos por vegetación prístina de bosque alto denso, pluriespecífico. (“selva de ribera” según la denominación de Morello y Adámoli (1968 y 1970).
- esteros y bañados que ocupan áreas ligeramente cóncavas de variable extensión y forma. Durante el período seco estos humedales se encuentran aislados, en tanto que en la época de lluvias se integran en una red de drenaje laminar de flujo lento. En los sitios escogidos para este estudio, los humedales desaguan hacia el cauce del río Negro debido a su posición topográfica (5 a 6 m sobre el lecho del río) aun durante períodos lluviosos extraordinarios como los de 1997-1998. El patrón de la vegetación corresponde a sabanas arboladas que tienen en la parte más elevada del gradiente topográfico isletas de monte con especies propias del Parque Chaqueño y otras de linaje Paranense (Morello y Adámoli, 1974).

**Tabla 1:** Cotas del terreno natural en la cuenca Río Negro según la cartografía planialtimétrica del IGM

Ubicación	Altitud (m.s.n.m.)
Inicio Zanjón Río Negro	81,0 – 80,0
Río Negro en Colonia Elisa	69,5 – 70,0
Unión con arroyo San Carlos	63,0
Unión con arroyo Saladillo	58,5
Punto Fijo IGM en Fontana	52,98
Ingreso a Resistencia (Ruta Nacional 11)	50,0 – 51,0

La distancia que separa el inicio del Zanjón del Río Negro, del tramo final en Resistencia como Río Negro, es aproximadamente 220-230 km. La diferencia de altitud entre ambos extremos, es de aproximadamente 30 m (Tabla 1).

Los cambios de caudal del río Negro dependen de la cantidad y distribución de las lluvias caída en su cuenca baja. Durante los meses de verano y otoño (diciembre-abril), se concentra casi 80% de las lluvias; por lo tanto, las riadas principales ocurren, con mayor frecuencia, en los meses de febrero, marzo y abril.

Los registros obtenidos durante el estudio en la sección del puente sobre la Ruta Nacional N°16, tramo Resistencia (Chaco)-Metán (Salta), mostraron amplitud del caudal, entre 1-2 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> y 40 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, resultando nulo en algunos momentos del período seco. Durante las grandes lluvias ocurridas en marzo y abril de 1986, la Administración Provincial de Recursos Hídricos del Chaco midió caudales próximos a 100 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, en las cercanías de Colonia Popular (ubicada ~ 4000-5000 m aguas abajo del puente sobre la Ruta Nacional 16), que representan el máximo histórico registrado.

En la localidad de Puerto Tirol, el caudal puede variar entre 0 y 40 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, aunque durante el periodo afectado por el evento de El Niño, superó 100 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (Ruberto, 1999).

Con frecuencia, estos eventos climáticos coinciden con el período de aguas altas del río Paraná. Por esta razón, se produce un remanso hidrodinámico en la desembocadura del Río Negro, que impide su libre salida al Paraná. Como consecuencia, pueden inundarse extensos sectores urbanos y rurales dentro de la baja cuenca del Río Negro.

Los principales asentamientos urbanos (Resistencia, Puerto Vilelas, Barranqueras), están protegidos por terraplenes de cierre y sistemas de bombeo. Los sectores rurales, incluyendo rutas y obras hidráulicas, quedan expuestos al impacto de las inundaciones.

## MÉTODOS

Se escogieron 4 sitios de muestreo (Fig. 1), ubicados sobre el cauce principal del río Negro en la intersección con el puente “Salto de la Vieja” (27°06’49”S-59°02’44”W) (Sitio 1); a la altura de la localidad de La Escondida (27°09’32”S-59°27’23”W) (Sitio 2); en el cruce con la ruta Nacional N°16 (27°13’08”S-59°13’14”W) (Sitio 3) y en las cercanías de Puerto Tirol (27°22’26”S-59°05’02”W) (Sitio 4).

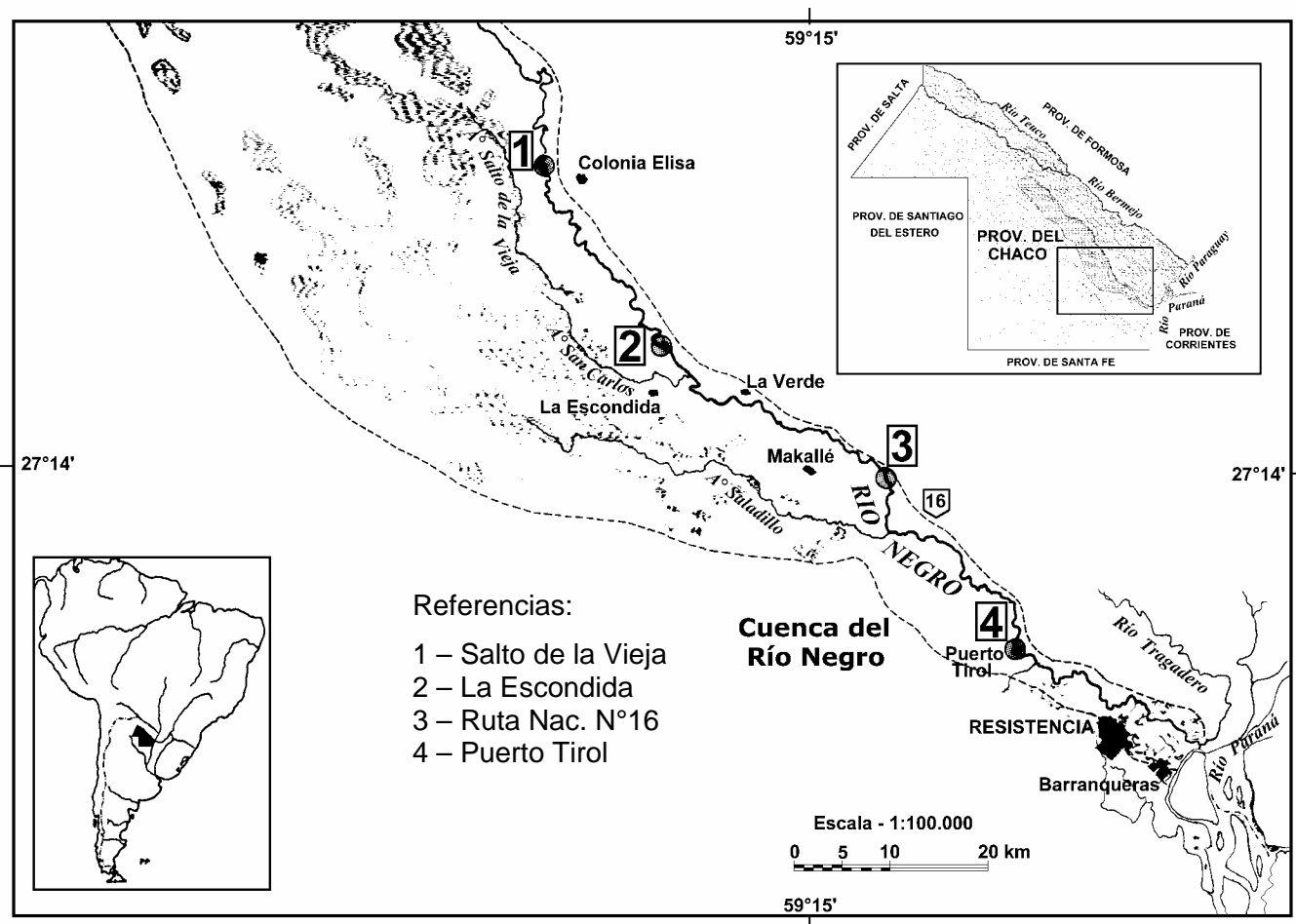


Fig. 1: Mapa de ubicación de los sitios de muestreo.

Los dos primeros sitios están localizados en áreas con baja ocupación humana. Los sitios 3 y 4 reciben el vertido de efluentes domésticos e industriales. Las operaciones de campo se realizaron al final del período de sequía (noviembre de 1999 y agosto de 2000); durante el período lluvioso (enero 2000 y octubre de 2001); durante el período seco (agosto 2000 y julio 2001) y al final del período lluvioso (abril 2001 y mayo 2002).

En cada fecha de colecta y en cada sitio se midió la temperatura, la conductividad eléctrica y el oxígeno disuelto con conductímetro y oxímetro polarográfico. El pH fue registrado en campo con peachímetro digital. Las muestras de agua para análisis químicos se colectaron en botellas de 2 litros.

La concentración de cationes fue medida por espectrofotometría de absorción atómica y la de nitritos, nitratos, amonio, fósforo total y fosfatos por colorimetría (APHA, 1995). La oxidabilidad de los compuestos orgánicos fue estimada por su reacción con dicromato de potasio (APHA, *op. cit.*).

En cada sitio de colecta fueron registradas las plantas acuáticas que crecen en las márgenes derecha e izquierda, en un área de 100 m de longitud en el sentido del curso, cuyo ancho estaba dado por la superficie mojada por el río en cada fecha de colecta. Se utilizó una escala de abundancia con 5 niveles (ICPDR, 2002): 1-Muy rara 2-Rara 3-Presente 4-Común 5-Muy común. Para cuantificar la biomasa se extrajeron muestras por triplicado de las formaciones dominantes en cada sitio, utilizando una red de 35 cm de diámetro. Después de extraer los sedimentos e invertebrados, las plantas fueron secadas en estufa hasta obtener peso seco constante (105°C, durante 96 horas).

La concentración de clorofila *a* fue medida por el método fluorométrico (APHA, 1975), después de concentrar las algas suspendidas en 500 ml de agua utilizando filtros de fibra de vidrio GF/C de 1,2  $\mu\text{m}$ . y acetona al 96% como extractor. Los cálculos se efectuaron según Marker (1982).

Se tomaron muestras de sedimentos superficiales del cauce con una draga cilindro tipo NTR 76, que fueron enviadas al Laboratorio Central de Servicios Analíticos (Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral) para analizar residuos de plaguicidas por cromatografía gaseosa de alta resolución a nivel de ppb. El mismo laboratorio realizó las determinaciones de metales pesados en muestras de sedimentos (Plomo, Cromo y Cadmio) por Espectrofotometría de Absorción Atómica a nivel de ppm.

La significación de las diferencias en la conductividad del agua fue determinada usando ANOVA.

## RESULTADOS

En la Fig. 2 se representa la lluvia caída en las estaciones pluviométricas ubicadas en Makallé, La Escondida y Puerto Tirol, desde junio de 1999 a mayo de 2002.

El período lluvioso en el área de estudio, se extendió desde octubre a abril, en tanto que el período seco quedó comprendido entre mayo y septiembre. Este último tuvo los más bajos aportes en el año 1999, por lo que el muestreo realizado en noviembre de ese año corresponde a una sequía extrema en todos los sitios. El total anual para este año en la localidad de Puerto Tirol (720 mm), fue muy bajo y no se registraba desde

1978, según los datos del INTA de Colonia Benítez provistos por la Dirección de Suelos y Agua Rural (Ministerio de la Producción, Provincia del Chaco). Abril de 2000 y mayo 2002, representan situaciones diferentes, aun cuando ambas fechas corresponden al final del periodo lluvioso. La lluvia caída (promedio de los tres sitios) entre octubre de 2001 y abril 2002 (1433 mm), duplica los valores para igual intervalo en el periodo 1999-2000 (Fig. 2).

La profundidad medida en el Sitio 1 fluctuó entre 54 cm durante el período de escasos aportes de lluvia y 310 cm en mayo de 2002, después del período lluvioso (Tabla 2). Diferencias semejantes (entre 50 y 500 cm) se registraron en La Escondida. En los demás sitios considerados hubo discontinuidad en los registros (Tabla 2).

Durante el período de aguas bajas, la medida del disco de Secchi igualó a la profundidad total en el sitio 1 en tanto que en mayo, la transparencia representó sólo 10% de la profundidad (Tabla 2). En el sitio 2, la relación profundidad-transparencia tuvo mayores fluctuaciones; sin embargo, con posterioridad al periodo de lluvias (abril de 2000 y mayo 2002), la transparencia disminuye hasta 13 % de la profundidad total.

En noviembre de 1999, enero de 2000 y julio de 2001, la conductividad eléctrica y la salinidad del agua, expresada como la suma de los iones mayores, aumentó desde el Sitio 1 al 4 (Tabla 2). La situación se invierte en abril 2000, octubre 2001 y mayo de 2002, fechas en que ambas variables tuvieron menores valores desde el Sitio 1 al 4.

La conductividad eléctrica (Tabla 2) fue significativamente menor ( $F_{1,17} = 8,10$ ,  $P < 0,05$ ) en los muestreos realizados después de las lluvias (abril 2000 y mayo 2002), que en los meses posteriores a escasos aportes (noviembre 1999, enero 2000 y julio 2001).

La concentración de sales en solución (Tabla 3) tuvo frecuentes cambios en su magnitud y proporción, que dieron lugar a distintos tipos iónicos en diferentes fechas de muestreo: agua sulfatada sódica (ejemplo: noviembre de 1999); bicarbonatada sódica (ejemplos: abril de 2000 y mayo 2002) y tipos intermedios, tales como bicarbonatada clorurada sódica, clorurada sódica, sulfatada bicarbonatada sódica o bicarbonatada sulfatada sódica.



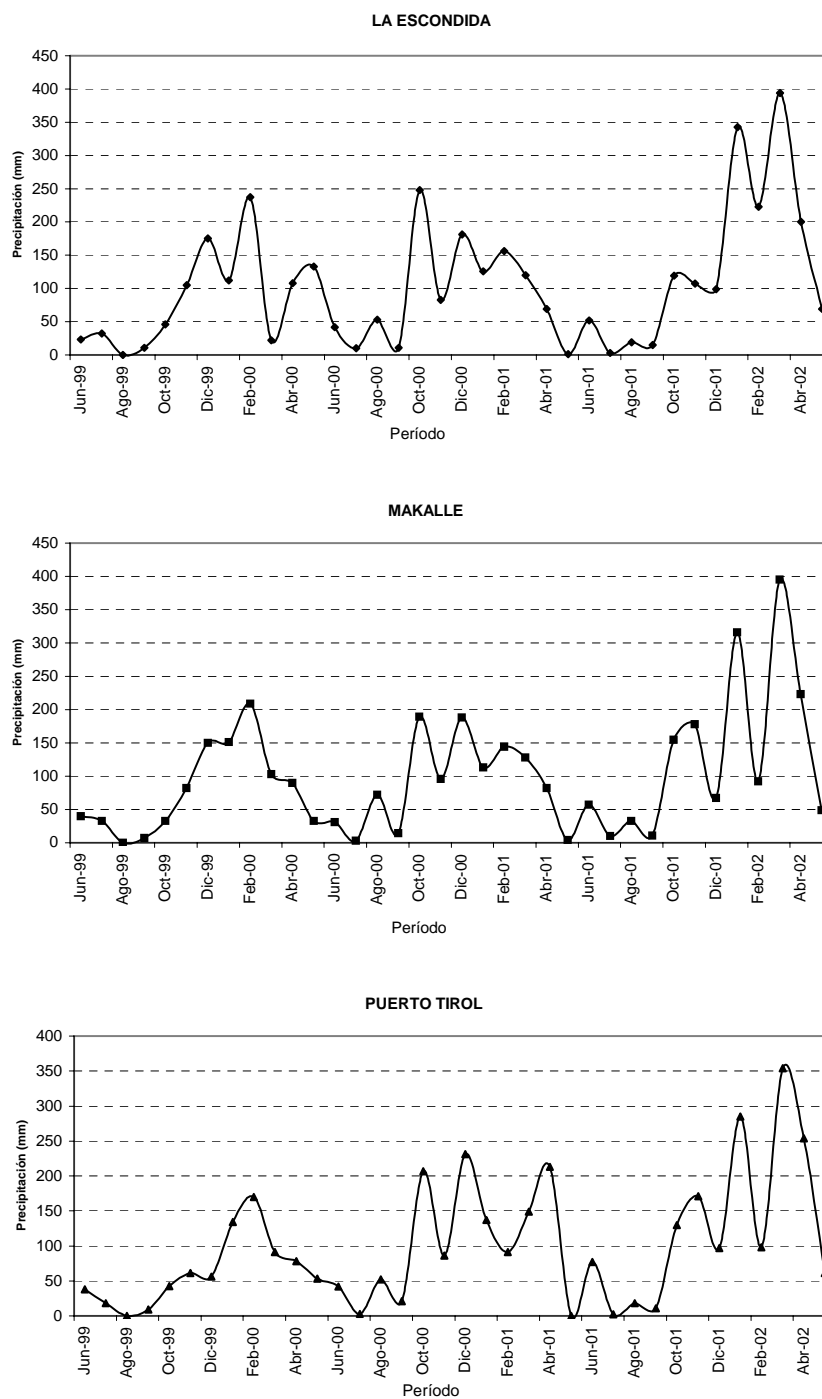


Fig. 2: Variaciones mensuales de la lluvia caída en La Escondida, Makallé y Puerto Tirol

La salinidad (expresada como la suma de los iones mayoritarios) fluctuó entre 82,7 mg.l<sup>-1</sup> y 6500 mg.l<sup>-1</sup>, correspondiendo el mínimo al mes de mayo de 2002 y el máximo a enero de 2000, ambos medidos en la localidad de Puerto Tirol.

El agua fue neutra o alcalina con valores de pH (medidos en horas de la mañana) entre 7 y 8,4 unidades, en correspondencia con el predominio de iones bicarbonato y con la presencia de carbonato, cuando los valores se aproximan al límite superior del rango (Tablas 2 y 3).

La concentración de oxígeno disuelto en agua, varió entre 0,6 mg.l<sup>-1</sup> y 7,4 mg.l<sup>-1</sup> dependiendo del sitio de muestreo y la época del año (Tabla 2). El valor mínimo, registrado en el sitio 1 durante enero de 2000 corresponde al 7,5 % de la saturación de oxígeno a la temperatura del agua de la muestra. En los sitios 1, 3 y 4, el porcentaje más elevado fue obtenido en julio 2001 (44%, 75% y 82%, respectivamente). En el sitio 2 el porcentaje llegó a 64% en agosto.

La oxidabilidad al dicromato de potasio (DQO), como indicadora de la materia orgánica particulada y disuelta (Tabla 2), tuvo valores muy elevados en el Sitio 4 (Puerto Tirol), durante noviembre de 1999, enero 2000 y julio 2001, llegando a 385 mg.l<sup>-1</sup> (fracción total) y 275 mg.l<sup>-1</sup> (fracción disuelta).

La concentración de nitrato más nitrito no superó 120 µg.l<sup>-1</sup> en los sitios 1, 2 y 3; en el sitio 4, los registros llegan a duplicar este valor (Tabla 3). En la misma tabla se aprecian las variaciones en la concentración de amonio. El contenido de fósforo total fluctuó entre 75 y 2500 µg.l<sup>-1</sup> con los valores máximos en los sitios 1 y 2 durante octubre de 2001.

En los sedimentos de fondo, extraídos simultáneamente en agosto de 2000 en los 4 sitios, no se encontraron residuos de los 27 plaguicidas listados en la tabla 4. En las determinaciones de metales pesados (Tabla 5), no se detectó presencia de Plomo y Cadmio; en cambio se registraron entre 14 y 22 µg. de Cromo por gramo de sedimento seco.

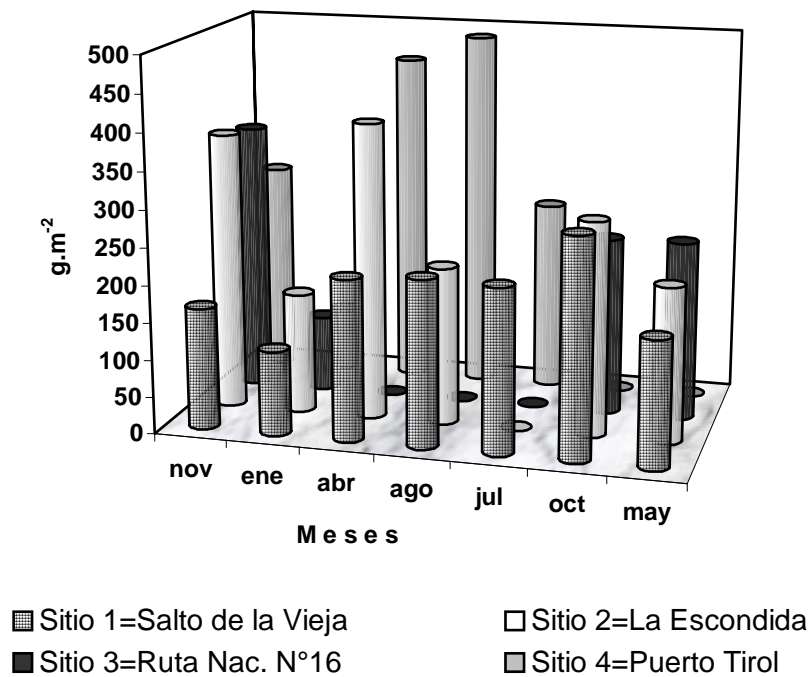
Aun cuando la disponibilidad de nutrientes es buena, la biomasa de las algas indicada por la concentración de clorofila *a* fue baja, menor de 20 µg.l<sup>-1</sup> (Tabla 1).

En el sitio 1, la riqueza de especies de plantas fue alta (10 especies) y la cobertura llegó a 70 % del curso debido a la escasa profundidad del río durante el periodo de estudio y la lenta velocidad de la corriente. *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. (redondita de agua), planta originaria de América del Norte pero naturalizada en América central y del Sur, tuvo presencia constante. Su habitat más frecuente fue la margen de cuerpos de agua poco profundos y de corriente lenta, particularmente diques. Fue encontrada en diferentes bioformas: arraigada en el fondo limo-arcilloso con sus hojas emergentes del agua (hasta 40 cm) o con los pecíolos flotando libremente en el agua.

En el sitio 1 se registraron además, praderas sumergidas de *Cetarophyllum demersum* L. y *Cabomba australis*, cuyas plantas toleran fluctuaciones del nivel del agua, sea estancada o corriente. En los periodos de bajante pronunciada se observó la presencia de plantas palustres como *Sagitaria montevidensis*, *Cyperus haspan*, *Panicum elephantipes*, *Althernantera phyloxeroides*, *Gymnocroronis spylanthisoides*, *Muenhlembeckia sagitifolia*, *Enhydra anagallis*. En el sitio 2, la vegetación acuática estuvo representada por *Hydrocotyle ranunculoides* que fue encontrada anclada al fondo limoso en áreas pequeñas (0,5 a 2 m de diámetro), localizadas en ambas márgenes o en diques naturales

formados por troncos caídos. La biomasa promedio de *H. ranunculoides* para cada fecha de muestreo (Fig. 3) varió entre 114 g.m<sup>-2</sup> (Sitio 1) y 399,5 g.m<sup>-2</sup> (Sitio 2).

En la cuenca Baja (Sitios 3 y 4) las únicas macrófitas acuáticas fueron *Panicum elephantipes* y *Paspalum repens*, que colonizaron las márgenes del curso principal en algunos meses del periodo de estudio. Su biomasa fue muy variable con valores elevados durante abril y agosto de 2000 en el Sitio 4.



**Fig. 3:** Variaciones de la biomasa de *Hydrocotyle ranunculoides* (Sitios 1 y 2) y de *Panicum elephantipes* y *Paspalum repens* (Sitios 3 y 4)

**Tabla 2:** Principales características físicas y químicas del río Negro

	Profundidad (cm)	Transparencia (cm)	Temperatura (°C)	Oxígeno disuelto (mg.l <sup>-1</sup> )	Conductividad (µS.cm <sup>-1</sup> )	pH	DQO (mg.l <sup>-1</sup> )		Clorofila (µg.l <sup>-1</sup> )
							Total	Dis.	
Noviembre 1999									
1	54	54	19	2,2	1150	7,1	20	16	< 5
2	65	27	21	5,2	1500	7,8	25	22	ND
3	126	35	21	7,1	2000	8,0	54	50	20
4	50	44	22,8		7100	7,5	345	275	10
Enero 2000									
1	28	28	27	0,6	1600	7,4	145	65	< 5
2	50	47	27	3,2	1850	7,8	192	145	< 5
3	--	21	27	1,7	1900	7,8	160	90	< 5
4	45	43	27	0,6	8900	8,1	385	185	15
Abril 2000									
1	51	51	22	0,7	570	7,2	38	25	< 5
2	80	32	22	4,2	310	7,2	56	48	< 5
3	--	--	22	1,2	140	6,7	55	51	< 5
4	--	17	22,5	4,2	125	7,3	57	55	< 5
Agosto 2000									
1	112	112	14	2,2	770	7,1	40	28	5
2	85	46	14	6,7	265	6,8	46	40	> 5
3	109	16	15	4,4	270	6,7	34	28	10
4	60	8	15	6,4	700	6,9	74	68	< 5
Julio 2001									
1	54	54	18,3	4,2	1210	8,3	34	30	5
3	42	25	20	6,8	1440	8,4	120	50	20
4	110	27	21,2	7,4	8540	8,1	350	150	10
Octubre 2001									
1	92	55	21,5	3,1	1630	8,1	42	37	ND
2	41	38	21,2	3,8	1210	7,8	50	47	5
3	75	11	22	2,8	830	7,6	41	38	15
4	120	9	22,2	5,3	190	6,9	45	41	15
Mayo 2002									
1	310	30	20	2,5	250	7,4	42	37	< 5
2	500	67	21	3,3	100	6,8	25	23	< 5
3	--	60	21	3,7	100	6,7	29	24	< 5
4	--	32	21,8	4,8	85	6,8	26	21	< 5

1 – Salto de La Vieja

2 – La Escondida

3 – Ruta Nacional N°16

4 – Puerto Tirol

Total : Disuelta + particulada

Dis. : Fracción disuelta &lt; 0,45 µm

ND : No detectable

**Tabla 3:** Principales características químicas del río Negro

	Carbonato (mg.l <sup>-1</sup> )	Bicarbonato (mg.l <sup>-1</sup> )	Cloruro (mg.l <sup>-1</sup> )	Sulfato (mg.l <sup>-1</sup> )	Calcio (mg.l <sup>-1</sup> )	Magnesio (mg.l <sup>-1</sup> )	Sodio (mg.l <sup>-1</sup> )	Potasio (mg.l <sup>-1</sup> )	Nitrato + nitrito (µg.l <sup>-1</sup> )	Amonio (µg.l <sup>-1</sup> )	Fosfato (µg.l <sup>-1</sup> )	Fósforo Total (µg.l <sup>-1</sup> )
<b>Noviembre 1999</b>												
1		95	34	198	46	3	120	34	10	30	730	1250
2		109	57	186	41	5	125	30	30	40	645	1125
3		128	122	315	75	5	200	45	80	40	440	480
4		130	1000	2980	200	15	1500	110	70	100	170	300
<b>Enero 2000</b>												
1		60	40	15	1,2	0,3	80	7,0	5	5	870	1150
2		75	65	18	1,0	0,4	80	5,6	10	40	1100	1500
3		80	55	20	1,0	0,3	80	7,0	75	35	650	1300
4	5,8	161	1215	2170	180	170	1100	390	45	20	390	660
<b>Abril 2000</b>												
1		300	21	60	30	1,5	75	2	5	5	965	1800
2		190	8,2	18,6	15	1,5	48	2	20	5	845	1400
3		93	4,5	5,4	17	0,6	28	2	30	10	710	1500
4		78	6,7	4,4	15	0,6	25	2	45	5	500	690
<b>Agosto 2000</b>												
1		95	39	250	47	2	125	3,1	5	10	1155	2200
2		112	20	27	9	0,8	42	1,7	85	5	560	860
3		132	12	25	15	1	45	2	20	5	390	520
4		87	129	86	96	4	213	14	125	10	372	680
<b>Julio 2001</b>												
1	14,0	264	52	270	75	40	123	81	10	10	185	340
3	26,5	225	60	311	53	43	145	145	10	30	95	210
4		254	1885	1720	370	260	1200	810	30	150	30	75
<b>Octubre 2001</b>												
1		299	90	250	55	5	250	10	10	35	1165	2400
2		212	45	150	45	4	100	24	40	30	1120	2500
3		132,5	62	83,5	27,5	2,5	130	5,5	120	75	575	1100
4		34,5	10	6,7	14	0,5	15,5	1,5	240	85	325	780
<b>Mayo 2002</b>												
1		99,8	37	40	15	0,7	30	50	90	185	662	1150
2		49,5	14,5	3,5	3,3	0,2	5,1	24	45	20	345	720
3		48,5	10,5	3,5	3,3	0,1	5	24	40	30	450	835
4		42	12	1,5	2,5	0,1	4,3	24	40	30	490	900

1 – Salto de La Vieja  
3 – Ruta Nacional N°16

2 – La Escondida  
4 – Puerto Tirol

**Tabla 4:** Análisis de residuos de plaguicidas en el sedimento del río Negro. El valor entre paréntesis en sitio 1 expresa el límite de detección del método empleado en ng.g (ppb).

Compuestos	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4
Alfa Hexaclorociclohexano (HCH)	ND (0,01)	ND	ND	ND
Beta Hexaclorociclohexano (HCH)	ND (0,05)	ND	ND	ND
Lindano (Gamma HCH)	ND (0,01)	ND	ND	ND
Aldrin (ALD)	ND (0,02)	ND	ND	ND
Endrin (END)	ND (0,05)	ND	ND	ND
Dieldrin (DLD)	ND (0,01)	ND	ND	ND
Heptacloro (HC)	ND (0,03)	ND	ND	ND
Heptacloro epoxido (HCE)	ND (0,02)	ND	ND	ND
Clordanos (Isómeros $\alpha$ y $\gamma$ y Oxiclordano)	ND (0,05)	ND	ND	ND
DDT + Metabolitos (Isómeros del DDE y TDE)	ND (0,1)	ND	ND	ND
Mirex (MRX)	ND (0,08)	ND	ND	ND
Metoxicloro (MOC)	ND (0,1)	ND	ND	ND
Hexaclorobenceno (HCB)	ND (0,01)	ND	ND	ND
PCB (A1016, A1232, A1248, A1254, A1260, A1242)	ND (0,3)	ND	ND	ND
Endosulfan (Isómeros $\alpha$ y $\beta$ )	ND (0,05)	ND	ND	ND
Metil Paration	ND (0,05)	ND	ND	ND
Paration	ND (0,05)	ND	ND	ND
Malation	ND (0,1)	ND	ND	ND
Clorfenvinfos	ND (0,2)	ND	ND	ND
Clorpirifos	ND (0,1)	ND	ND	ND
Dimetoato	ND (0,4)	ND	ND	ND
Monocrotofós	ND (2)	ND	ND	ND
Permetrina	ND (0,4)	ND	ND	ND
Tetrametrina	ND (0,4)	ND	ND	ND
Cipermetrina	ND (0,4)	ND	ND	ND
Fenvalerato	ND (0,4)	ND	ND	ND
Deltametrina	ND (0,4)	ND	ND	ND

**Tabla 5:** Concentración de metales pesados ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) en el sedimento del río Negro

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4
Plomo	ND	ND	ND	ND
Cromo	18	20	22	14
Cadmio	ND	ND	ND	ND

Referencias:

- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| 1 – Salto de La Vieja  | 2 – La Escondida |
| 3 – Ruta Nacional N°16 | 4 – Puerto Tirol |

## DISCUSIÓN

El río Negro no difiere demasiado de otros ríos de la planicie del Chaco Oriental (Neiff, 1986b). El curso, situado en la parte baja del paisaje, puede desaparecer durante los estiajes prolongados, y durante las inundaciones extraordinarias, incluido en una extensa lámina de agua que cubre toda la planicie señalando las características de un paisaje fuertemente estacional, con importantes consecuencias ecológicas y socioeconómicas durante períodos climáticos extremos (Neiff *et al.*, 2000).

Durante el periodo de estudio el área estuvo afectada por el fenómeno meteorológico de La Niña, motivo por el cual las lluvias fueron escasas en toda la cuenca, lo que se manifestó en la baja profundidad del agua de los sitios muestreados. El río Paraná no obstruyó el normal desagüe del río Negro, por encontrarse en aguas bajas (niveles hidrométricos inferiores a 6 m en el puerto de Corrientes).

La situación que se presenta en este trabajo es, por lo tanto, muy diferente a la que ocurre en ocasión de crecidas extremas, que generalmente coinciden con el evento de El Niño.

Hubo correspondencia entre los valores de conductividad eléctrica y salinidad del agua (expresada como suma de los iones mayoritarios). En las colectas realizadas al final del período lluvioso, se midieron los valores más bajos de conductividad y salinidad, si bien la disminución respecto del período seco, fue más acentuada en mayo de 2002 que en abril de 2000. En este mes, la lluvia aportada a la cuenca fue menor que la registrada para idéntico período de 2002. Lamentablemente no se dispone de alturas hidrométricas o mediciones de caudal en forma continuada en todos los sitios considerados, por lo cual no se realizaron correlaciones con estas variables.

La relación entre conductividad eléctrica y caudal (que depende básicamente de la lluvia caída en la cuenca), fue planteada para el sitio 3 con anterioridad a este estudio por Patiño y Orfeo (2001). Según los citados autores, la conductividad eléctrica más elevada se registra cuando persisten caudales próximos a cero.

En el presente trabajo, los valores más elevados de conductividad fueron medidos en enero de 2000, después del período seco del año 1999.

En la localidad de Puerto Tirol se registró otro pico muy cercano al valor más elevado que no se correspondió con incrementos en los demás sitios muestreados, probablemente relacionado con la descarga de efluentes industriales. La máxima conductividad eléctrica en este sitio obtenido por Ruberto (1999) en años anteriores fue 25000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

La concentración de sulfato fue elevada en algunos sitios, especialmente en Puerto Tirol, si se tiene en cuenta el límite permitido para aguas superficiales destinadas a abastecimiento público (400  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ; OPS, 1985).

El incremento de la DQO en Puerto Tirol, está relacionado con el vertido de efluentes industriales. En trabajos anteriores (Ruberto, 1999), se menciona que aportes de tanino de 14  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  incrementan la DBO.

Si bien se registraron bajas concentraciones de oxígeno disuelto en algunos sitios, es difícil conocer el valor limitante (OPS, 1987). Su expresión en  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  es poco indicativa para la biota porque la solubilidad del oxígeno depende de la temperatura del agua y en menor grado de la salinidad. El valor de 2  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$  *debajo del cual dejaría de existir la fauna íctica* (Depetris *et al.*, 1995) ha sido ampliamente discutido (Cole,

1988) debido a su diferente significado para distintas especies de peces y condiciones térmicas (verano o invierno). Depetris *et al.* (1995) mencionan que una especie de pez de aguas termales vive con concentraciones inferiores a  $1,0 \text{ mg.l}^{-1}$  a  $30^\circ\text{C}$ . En este estudio se encontraron asociados a la vegetación ejemplares de Ciclidae (*Gymnogeophagus brachyirus*) en Puerto Tirol durante enero de 2000 ( $0,6 \text{ mg.l}^{-1}$  a  $27^\circ\text{C}$ , Tabla 2).

La concentración promedio de fósforo total para el período de este estudio ( $1053 \text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$ ) fue alta comparada con los valores límites entre mesotrofia y eutrofia citados para los ambientes templados (OECD, 1982) y subtropicales (Poi de Neiff *et al.*, 1999). Sin embargo, las concentraciones más elevadas se midieron en los sitios más alejados de la influencia urbana (sitios 1 y 2), por lo que la hipótesis del aporte de fósforo desde los suelos de los humedales por lavado durante las lluvias, parece más aceptable que la eutrofización cultural. Esta fue definida por la OECD (1982) como el incremento en la concentración de nutrientes por acción antrópica que se traduce en un aumento de la productividad primaria del ecosistema acuático. La concentración promedio de nitrógeno inorgánico total (nitrato + amonio =  $88 \text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$ ) se ubica cerca del límite entre mesotrofia y eutrofia y la de clorofila *a* (media y máxima) por debajo de dicho límite. Estos resultados apoyados en una relación N: P muy baja están indicando que el sistema está limitado por nitrógeno y que la elevada concentración de fósforo no se refleja en un incremento de la biomasa de las algas que viven en suspensión.

En todos los sitios analizados se encontraron residuos de Cromo total en los sedimentos. Este metal es muy utilizado en la industria de las curtiembres pero llama la atención su presencia en los sitios 1 y 2 alejados de la acción antrópica.

En el sedimento el Cromo es rápidamente absorbido a la materia orgánica y en pH alcalino el  $\text{Cr}^{6+}$  (tóxico) se transforma en  $\text{Cr}^{3+}$  formando compuestos no tóxicos. Esto podría indicar que el Cromo incorporado al sedimento tiene menor acción tóxica. Sin embargo, la acidificación o la oxigenación de la interfase sedimento-agua puede transformar nuevamente el  $\text{Cr}^{3+}$  en  $\text{Cr}^{6+}$ . Si bien la concentración obtenida en los sedimentos del río Negro no es muy elevada en comparación con la de ríos contaminados (ICPDR, 2002), los valores encontrados representan un nivel de base alto, si se toma como referencia los sitios alejados de la acción antrópica. Este hecho implica que el vertido de industrias que contengan Cromo elevaría rápidamente los niveles mencionados. La OPS (1985) propone un valor guía de  $50 \text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$  para el cromo total presente en el agua y no menciona valores límites para el sedimento. En ríos que atraviesan áreas urbanas de la provincia de Santa Fe, (José de Paggi y Paggi, 1998) y en la margen del río de la Plata (Villar *et al.*, 1998) donde desembocan cloacas y efluentes industriales se encontraron concentraciones superiores a las citadas en este trabajo (hasta  $192 \text{ }\mu\text{g.l}^{-1}$  por gramo de sedimento).

La distribución y abundancia de la vegetación en las cuencas de llanura es un bioindicador sintético de las diferencias zonales y de la fluctuación del ambiente en distintos tramos. Del amplio espectro de factores que la condicionan, la pendiente y, en consecuencia, la velocidad del escurrimiento, representan la limitante de mayor peso (Haslam, 1978). En el sitio 1 las condiciones del escurrimiento durante el período de muestreo fueron favorables para el crecimiento de macrófitos debido a que se asemejó a un ambiente de agua quieta. Además, la temperatura del agua, la textura de los sedimentos del fondo y la disponibilidad de nutrientes disueltos fueron propicias para el desarrollo de las plantas acuáticas especialmente flotantes libres. La mayor parte de las



plantas acuáticas y anfibias de las cuencas de los ríos Paraguay y Paraná a esta latitud, colonizan los cuerpos y cursos de agua cuando la conductividad es menor de  $2000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Neiff, 1986a). Observaciones para el tramo bajo del río Negro, dan cuenta que las formaciones de *Pistia stratiotes* son vulnerables al agua salina alcalina, desapareciendo cuando la conductividad llega a  $2000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Las plantas arraigadas sumergidas que crecen en la cuenca del Negro (*Cabomba caroliniana* y *Ceratophyllum demersum*) no son encontradas en la región cuando la conductividad eléctrica supera  $1700 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  lo que explica que sólo fueran registradas en el sitio 1. Las plantas arraigadas de cañas flotantes (*Panicum elephantipes*, y *Paspalum repens*) fueron registradas en el tramo bajo, aunque enraizadas en las márgenes condición que les permite pasar el período adverso. Cuando la conductividad se mantiene por períodos mayores a un año, por encima de  $5000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , los “canutillales” y “carrizales” desaparecen (Neiff, 1986b). Por lo expuesto, el desarrollo de la vegetación acuática en el río Negro está fuertemente restringido por la salinidad del agua.

*Hydrocotyle ranunculoides*, la especie más frecuente en los sitios 1 y 2, es considerada “invasora” en aguas ricas en fosfato (Pott y Pott, 2000) y fue declarada “maleza” en Australia, donde puede duplicar su biomasa cada tres días. En Inglaterra, las praderas de esta especie pueden crecer hasta 20 cm diarios, y colonizar área distantes 15 m de las márgenes durante una estación de crecimiento.

De acuerdo a Zalocar *et al.* (1986) las condiciones de alta y baja salinidad determinan fluctuaciones en la composición y abundancia del fitoplancton. En los periodos de aguas bajas predominan las especies halófitas entre las que se destacan las diatomeas (*Cyclotella meneghiniana*).

## CONCLUSIONES

La calidad del agua estuvo condicionada por las lluvias caídas en la cuenca y la naturaleza de los suelos de los humedales y bosques que drenan hacia el río Negro. De acuerdo con Welcomme (1992) los dos mecanismos básicos que controlan la química de las aguas corrientes son la precipitación y la naturaleza de los sedimentos por los que el río fluye. El incremento en la salinidad durante los estiajes y las fluctuaciones del nivel del agua influyeron en la composición de las macrófitas acuáticas y en el mantenimiento de la baja biomasa de algas. El sitio 4 presenta la situación más comprometida durante el periodo de aguas bajas en el cual la salinidad, la concentración de sulfato de sodio y el contenido de materia orgánica indican el deterioro en la calidad del agua. Estos resultados concuerdan con los obtenidos utilizando bioensayos (Poi de Neiff y Ramos, 2002) en los cuales se demostró la toxicidad del agua y de los sedimentos en este sitio.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADÁMOLI, J.; R. NEUMANN; A.D. RATIER de COLINA y J. MORELLO, 1972. El Chaco Aluvional Salteño. *RIA (INTA), Serie 3, Clima y Suelo*, 9 (5): 165-237.
- CASTELLANO, A., 1968. Desplazamientos naturales del río Salado del Norte en la llanura Chaco-Santiagueña-Santafesina. Instituto de Fisiografía y Geología, Univ. Nac. del Litoral, Tomo X, Publicación LII, 24 p.
- COLE, G.A., 1983. *Manual de Limnología*. Hemisferio Sur, Uruguay. 405 p.
- DEPETTRIS, C.A.; A. RUBERTO; C. CANO y M. CLEMENTE, 1995. Caracterización hidroquímica de la cuenca inferior del Río Negro (Chaco). *Paradigmas*. SGCYT-UNNE: 24-27.
- JOSE de PAGGI, S. y J.C. PAGGI, 1998. Zooplancton de ambientes acuáticos con diferentes estado trófico y salinidad. *Neotropica*, 44 (111-112):95-106.
- HASLAM, S.M., 1978. *River plants. The macrophytic vegetation of watercourses*. Cambridge University Press. Londres, 396 p.
- ICPDR, 2002. Joint Danube Survey. Technical Report of the International Commission for the Protection of the Danube River. Final Report. 261 p.
- IRIONDO, M., 1993. Geomorphology and late Quaternary of the Chaco. *Geomorphology*, 7: 289-30. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- LEDESMA, L.L. y J.J. ZURITA, 1995. Los suelos de la Provincia del Chaco. Convenio INTA (EERA Saenz Peña)-Gobierno de la Provincia del Chaco; 164 p. y figs.
- MARKER, A.F.H.; E.A NUSCH; H. RAI y B. RIEMANN, 1980. The measurement of photosynthetic pigments in freshwaters and standardization of methods: Conclusions and recommendations. *Arch. Hydrobiol. Beih.*, 14: 91-106.
- MORELLO, J.H. y J. ADÁMOLI, 1968. Las Grandes Unidades de Vegetación y Ambiente del Chaco Argentino, Primera Parte. *INTA, Serie Fitogeográfica* N° 10, 125 p.
- MORELLO, J.H. y J. ADÁMOLI, 1974. Las Grandes Unidades de Vegetación y Ambiente del Chaco Argentino, Segunda Parte. *INTA, Serie Fitogeográfica* N° 13; 130 p.
- NEIFF, J.J., 1986a. Aquatic macrophytes of Paraná River. Pp. 557-571. In: K.F. Walker & B.R. Davies (eds.): *The Ecology of River Systems*. Dr. Junk Publ. The Netherlands. 793 p.
- NEIFF, J.J., 1986b. Sinópsis ecológica y estado actual del Chaco Oriental. *Ambiente Subtropical*, 1: 5-35. Corrientes, Argentina.
- NEIFF, J.J.; E.M. MENDIONDO y C.A. DEPETRIS, 2000. ENSO floods on River Ecosystems: Catastrophes or Myths?. In: F. Toenmsann & M. Koch (eds): *River flood Defence* H-Verlag. Vol 1 :F-141-F145.
- OLIVARES, R., 1982. Evaluación de la contaminación en el río Negro. Dirección de Preservación y Ordenamiento. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Resistencia, Chaco.
- ORFEO, O., 1986. Estudio sedimentológico de ambientes fluviales del Chaco Oriental. *Ambiente Subtropical*, 1: 60-72.
- ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS (OEA), 1975. Estudio de la Cuenca Inferior del Río Bermejo. OEA-Gobierno Argentino; Tomo III, Recursos de la Tierra; 570 p.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD), 1982. Eutrophication of Waters. Monitoring, assessment and control. Final Report. OECD, Paris. 154 p.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS), 1985. Guías para la calidad del agua potable. Pub.Cient- 48, Vol 1 Recomendaciones. OPS Washington. 136 p.

- PATIÑO, C.A. y O. ORFEO, 2001. Cambios en la calidad del agua de los ríos Negro -Salado (Provincia del Chaco, Argentina), en relación con su régimen hidrológico y salinidad. Comunicaciones Científicas de la UNNE. Secretaria General de Ciencia y Técnica.
- POI de NEIFF, A., 1990. Categorización funcional de los invertebrados en ríos de llanura del Chaco Oriental (Argentina). *Rev. Brasil.Biol.*, 50 (4) :875-882.
- POI de NEIFF, A. y A.O. RAMOS, 2002. Utilización de *Lactuca sativa* y *Panagrellus redivivus* para el estudio ecotoxicológico de los ríos Salado y Negro (Chaco, Argentina). *Facena*, 18:3-9.
- POI de NEIFF, A.; J.J. NEIFF; C.A. PATIÑO; A.O. RAMOS; J. CÁCERES; S.M. FRUTOS y M.B. CANÓN VERÓN, 1999. Estado trófico de dos lagunas en planicies anegables con áreas urbanas de la provincia de Corrientes. *Facena*, 15 : 93-110.
- POPOLIZIO, E., 1978. Fotointerpretación aplicada al estudio de la cuenca del Río Negro. UNNE, Centro de Geociencias Aplicadas, Serie C, Tomo 14; 46 p.
- RUBERTO, A.R., 1999. Hidroquímica en la cuenca inferior del río Negro (Chaco). Tesis de Maestría en Gestión Ambiental y Ecología. 37 pp. y anexos. Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional del Nordeste.
- VARELA, M.E., D.H. DI PERSIA y A. BONETTO, 1980. La fauna bentónica y su relación con la contaminación orgánica en el río Negro (Chaco, Argentina), estudio preliminar. *Ecosur*, 7 (14) :201-221.
- VILLAR, C.; M. TUNDINO; J. STRIPEIKIS; L. HUICQUE; O. TROCCOLI y C. BONETTO, 1998. Concentración de metales pesados en el Bajo Paraná en la zona de Atucha. *Aquatec*, 5: 14-20.
- WELCOMME, R.L., 1992. *Pesca fluvial*. FAO (Documento Técnico de Pesca 262). Roma 303 p.
- ZALOCAR de DOMITROVIC, Y.; E.R. VALLEJOS y H.N. PIZARRO, 1986. Aspectos ecológicos de la fitoflora de ambientes acuáticos del Chaco Oriental. *Ambiente Subtropical*, 1: 92-111.

*Recibido/Received/:* 08-Set-03  
*Aceptado/Accepted/:* 15-Dic-03