

DBO₅ Y OTROS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS COMO INDICADORES DE CONTAMINACION. RIO PARANA, COSTA CORRIENTES CAPITAL, ARGENTINA

Juan D. RUIZ DÍAZ⁽¹⁾, Diana C. FECHNER⁽¹⁾, Adriana L. MORESI⁽¹⁾ y Francisco A. VAZQUEZ⁽²⁾

RESUMEN: Se exponen resultados de análisis que permiten evaluar algunas características físico-químicas del agua del río Paraná. La información se presenta como variaciones de los siguientes parámetros: pH, turbiedad, conductividad, alcalinidad, cloruros, serie nitrogenada y DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno), durante el período 2002-2003. Los puntos de monitoreo se eligieron a lo largo de la costa del río en la ciudad de Corrientes, Provincia de Corrientes, Argentina. Permite visualizar y contrastar en principio para explicar al cabo del tiempo algunos cambios en la naturaleza del río Paraná si los hubiere por razones naturales o antrópicas como lo es la represa de Yacyretá. Otros trabajos del LABQUIAM relacionados a este tema, donde se ponen de manifiesto características históricas del río Paraná ya han sido publicados (Acevedo *et al.*, 2004; López *et al.*, 2000).

ABSTRACT: This paper shows up the results of laboratory analysis which give us the possibility of evaluating some physical - chemical characteristics of water from the Paraná River. The information is presented as the following parameters variations: pH, turbidity, conductivity, alkalinity, chlorides, nitrogenous series and BOD₅, during the years 2002-2003. Monitoring points were chosen along the shore at the city of Corrientes, province of Corrientes, Argentina. The results allow us to see and contrast, in first place, and then explain some changes in Paraná River's nature occurred in latest times, due to some natural or anthropical reasons such as the construction of Yacyretá dam. There are some previous publications by LABQUIAM related to this subject, which throw light upon main historical characteristics of Paraná river (Acevedo *et al.*, 2004; López *et al.*, 2000).

Palabras claves: DBO₅, Río Paraná, Contaminación, Medio Ambiente.

Key words: BOD₅, Paraná River, pollution, environment.

INTRODUCCIÓN

Un comentario serio sobre contaminación de un cuerpo de agua requiere ineludiblemente poseer información fidedigna de referencia para contrastar cambios si los hubiere, para justificar las afirmaciones sobre alteraciones, que más tarde podrían atribuirse como impacto ambiental. De aquí la importancia que adquieren los conocimientos sobre composición de un cuerpo de agua (Vazquez, Tomo I).

“La clasificación de la calidad de aguas de río está generalmente basada en la comparación de valores de concentración de parámetros de polución con los valores límites definidos en un adecuado instrumento legal. La calidad estándar para ríos está definida en base al uso que se le dará al agua. La ley polaca define cinco clases de calidad de agua, asignando estándares de calidad apropiados para ellos. Esta nueva regu-

(1) Analistas LABQUIAM. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE. Avda. Libertad 5450 (3400) Corrientes, Argentina.

(2) Profesor Titular Cátedra Química Analítica, Director LABQUIAM. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE. E-mail: fvazquez@exa.unne.edu.ar

lación fue establecida en el año 2004, y es muy diferente de la anterior del 1991. La medición de indicadores de polución, centrado en el anexo apropiado de la Regulación, es ahora comparada con estándares por evaluación estadística, utilizando el 90% (si las medidas en un punto de monitoreo particular ha sido llevado a cabo mensualmente) de una variable particular (parámetro) como un estimador. El 90% de los valores deben encontrar el nivel apropiado para atribuir el agua a una de las cinco clases. El principio de monitoreo, clasificación y cálculos tiene estipulado en los requerimientos en el Anexo V de Water Framework Directive (WFD 2000)” (Kowalkowski).

Es dable destacar que en la Provincia de Corrientes no existen normas específicas que entiendan sobre calidad de aguas superficiales.

“La polución de aguas superficiales con tóxicos químicos y excesos de nutrientes, resultados de escurrimientos pluviales y descargas de aguas subterráneas, ha sido una preocupación concerniente al medioambiente a lo largo del mundo. Conociendo la importancia de la calidad del agua potable para la salud pública y calidad de aguas superficiales para la vida acuática, es una gran necesidad asegurar la calidad de aguas superficiales. Esto es verdad para la legislación St Johns River (LSJR), ubicada en Florida, USA. El LSJR considera que la polución es causada por contaminantes como ser nutrientes, hidrocarburos, pesticidas y metales pesados provenientes de fuentes puntuales y no puntuales. Estas fuentes son resultados de escurrimientos y descargas generadas en terrenos urbanos, rurales y de agricultura. La degradación de la calidad del agua debido a esos contaminantes resulta en la alteración de la composición de especies y la disminución de la salud de la comunidad acuática en el río” (Ouyang).

También deben imprescindiblemente considerarse las condiciones temporales y espaciales sobre las que se hacen comparaciones para contextualizar la o las afirmaciones. Una caracterización completa incluye la evaluación de muchos parámetros físico-químicos y bacteriológicos (Vazquez, Tomo I). En este trabajo se ha focalizado la atención sobre algunos de esos parámetros y particularmente en uno que es indicador de la carga orgánica biodegradable que está directamente relacionado con la influencia antrópica sobre un cuerpo de agua, la DBO₅. De los resultados obtenidos pueden extraerse algunas conclusiones interesantes además de presentar un cúmulo de información que será de gran utilidad para el futuro como una base referencial del río Paraná en las condiciones estudiadas.

Corrientes. La provincia de Corrientes se encuentra ubicada en el Nordeste de la Argentina (América del Sur), y sus coordenadas son: 27°15' y 34°40' de latitud sur y 55°40' y 59°37' de longitud oeste. Características climáticas: las condiciones climáticas son bastante homogéneas en toda la Provincia, el clima es subtropical y no hay estación seca. Geomorfología: ubicada en el corazón de la Cuenca del Plata, forma parte de las planicies (terrenos) de la Mesopotamia, con alturas rondando los 28 m en el Sudoeste, hasta los 220 m en el Nordeste.

Río Paraná. El río Paraná es el más importante en la región y muchas grandes ciudades lo utilizan para numerosos propósitos: descarga de sus efluentes, potabilización para consumo humano, pesca de subsistencia y deportiva, etc. Además, la fina arena de sus playas convirtió a las riberas correntinas en atractivos balnearios y centros recreativos y de esparcimiento como la práctica de deportes náuticos.

El río Paraná, se ubica en el este de América del Sur, es la gran vía fluvial de la Cuenca del Plata, por sus características de colector de precipitaciones de una amplia zona tropical. Siguiendo la pendiente del relieve, describe un gran arco que se ubica en los territorios de Brasil, Paraguay y Argentina. En Brasil, se localiza su curso superior, que luego es apoyo del límite internacional entre Paraguay y Argentina. El curso medio e inferior recorre territorio Argentino.

Considerando las coordenadas geográficas, la cuenca del río Paraná abarca un amplio espacio que se localiza aproximadamente entre los paralelos de 14° y los 37° de latitud sur y entre los meridianos de 44° y 67° de longitud oeste, abarcando desde el altiplano de Bolivia al océano Atlántico, y desde la Chapada de Parecis, en la meseta brasileña, hasta su desembocadura en el Atlántico, por medio del Río de la Plata. Es decir, de norte a sur recorre una amplia zona que abarca la región climática cálida: tropical, subtropical y la región climática templada. El espacio que ocupa de este a oeste permite que reciba numerosos afluentes que enriquecen su cuenca y configuran una intrincada, completa y compleja red de vida.

La ubicación por sí misma otorga al río Paraná una jerarquía geográfica destacable en los aspectos humanos, naturales, económicos y geopolíticos. El río Paraná junto al río Uruguay y los numerosos afluentes que reciben constituyen una red fluvial, la Cuenca del Plata, que abarca una superficie de aproximadamente 3.100.000 km², de los cuales 919.000 km² corresponden a la Argentina.

Descripción del curso. El curso Superior o Alto Paraná se inicia en la confluencia de los ríos Paranayba y Grande. Estos ríos recorren la meseta brasileña, encajonados, con pendiente pronunciada, grandes desniveles como consecuencia de la dureza de las rocas que constituyen sus cauces.

El Curso Superior o Alto Paraná corre en dirección Sur-oeste por 700 km, luego hacia el sur recorre 500 km. Continúa su trayecto de este a oeste, por 350 km siendo apoyo del límite entre la República del Paraguay y la Provincia de Corrientes. Debido a la presencia de rocas duras que afloran, su lecho es rocoso, sinuoso y desparejo en algunos tramos, lo que produce un gran número de saltos y rápidos.

El ancho del río Paraná al recibir al río Iguazú es de aproximadamente 300 m. A la altura de Candelaria cambia bruscamente su rumbo sudoeste por oeste, al tiempo que se ensancha, frente a Posadas llegando a 2500 m. Hacia el oeste sus meandros encerraban islas extensas: Ibicuy, Yacyretá, Talavera, Apipé Grande; espacio que ha sido modificado por la construcción de la represa de Yacyretá. Allí las orillas se distancian hasta 30 km. Aguas abajo recibe al río Paraguay, y se une a él frente a Paso de la Patria, donde se considera el inicio del curso medio. El Paraguay es el tributario más importante del río Paraná.

El Curso Medio se extiende desde la confluencia mencionada hasta la ciudad de Diamante. Tiene un rumbo casi recto, norte-sur, a lo largo de una falla que separa las llanuras chaco-pampeanas de la Mesopotamia. Es de aguas turbias, de lecho limoso, y menos rápido e impetuoso que en los tramos anteriores.

Las barrancas de la margen izquierda, correspondiente a las provincias de Corrientes y norte de Entre Ríos, son altas, mientras que las de la margen derecha que

corresponden al Chaco y norte de Santa Fe son bajas y anegadizas y se inundan con las crecientes.

El Curso Inferior: se extiende desde la ciudad de Diamante hasta la confluencia con el río Uruguay.

El río ha ensanchado su perfil transversal, siguiendo una dirección este-sudeste. Con el material que transporta va dando forma a numerosas islas que se presentan en este tramo, separadas por los brazos del mismo río.

Tabla 1: Caudal río Paraná, estación 3805

Caudal (m³/s)			
Año	Máximo	Mínimo	Promedio
1980	28972,94	13653,58	20245,55
1981	25323,18	9607,00	18292,06
1982	44209,97	12609,91	24730,59
1983	58837,44	22362,32	39789,41
1984	28452,20	14184,08	19358,90
1985	26872,03	11619,40	18635,57
1986	20936,85	10824,10	15349,16
1987	38360,95	12690,70	24005,60
1988	24560,45	10118,76	16453,73
1989	33397,52	10038,10	21691,97
1990	44468,79	24798,78	35850,78
1991	19345,18	17987,77	18666,47
1992	53090,73	34962,50	42675,02
1993	31285,52	16827,86	22001,93
1994	26239,76	13401,13	16934,75
1995	33386,70	13893,17	20655,30
1996	27036,00	13077,81	18011,12
1997	38774,03	17754,92	27796,32
1998	51324,29	18934,72	30949,01
1999	24327,00	12466,10	19341,59
2000	18935,70	11425,30	15575,73
2001	22714,05	10842,39	15887,62
2002	23550,89	11911,44	17361,10
2003	24178,29	13251,00	16276,06
2004	19082,32	13167,05	15464,12
2005	24177,23	13805,04	17737,20
2006	18575,19	13029,81	15725,91
2007	27840,34	14369,81	19036,93
2008	21045,21	14838,16	17009,91
Promedio	30320,72	14774,23	21431,36

(El promedio es sobre el total de determinaciones)

En las variaciones de su caudal intervienen las precipitaciones que se registran en su amplia cuenca, ya que recorre zonas de distintos tipos y variedades climáticas. El Alto

Paraná hasta la confluencia con el río Paraguay presenta una creciente durante el verano. A partir de Corrientes el régimen se ve modificado por los aportes del río Paraguay que llegan a principios de invierno, produciéndose una segunda creciente. El máximo caudal se registra usualmente a fines de verano (febrero-marzo), luego se inicia el descenso. Aproximadamente cada 10 años el Paraná crece en forma extraordinaria. Entre las hipotéticas razones figuran: la intervención que las sociedades han realizado sobre el ambiente, modificando el comportamiento de fenómenos naturales; la deforestación; la construcción de obras sin planificación o sin estudio previo sobre el impacto ambiental.

El caudal medio anual aforado en la ciudad de Corrientes es de 21.431,36 m³/seg, según datos obtenidos de la Subsecretaría de Recursos Hídricos estación 3.805 (Tabla 1).

Riqueza biológica. El río Paraná nace y se nutre en las regiones climáticas cálida y templada, con lluvias suficientes. El río se constituye con una riqueza biológica diversa.

Se considera al río Paraná como un sistema único, desde el punto de vista de las poblaciones de peces, por la variedad de especies, por el tamaño de las poblaciones y por la talla de los especímenes.

Los procesos biológicos están regulados o asociados a diversos factores. Entre ellos el fenómeno de "El Niño" que cada vez que se manifiesta produce "el lavado" de todo el valle. Desde la década del 70 los científicos lo relacionan con las alteraciones climáticas. Otro factor es la latitud que alcanza el frente frío en invierno, que se relaciona con las crecientes en esa estación.

Los recursos pesqueros del río Paraná aguas abajo de Yacyretá se supone que están en buenas condiciones, a pesar de que se detectan fenómenos de sobreexplotación, depredación y que son muy pocas las pautas de manejo que se han establecido, considerando además el tabique artificial que constituye la represa de Yacyretá.

METODOLOGÍA

Las determinaciones físico-químicas fueron realizadas empleando métodos instrumentales, colorimétricos y volumétricos tomados del Standard Methods for Water and Waste waters (APHA-AWWA-WPCF).

Parámetros físico-químicos: pH-Turbiedad-Conductividad-Alcalinidad-Cloruros-Serie Nitrogenada, DBO₅.

El método tradicional para la medición de la materia orgánica biodegradable presente en las aguas residuales y superficiales es la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅). La DBO₅ es un ensayo usado para estimar los requerimientos relativos de oxígeno en desagües, efluentes y aguas superficiales contaminadas como consecuencia de la degradación biológica de la materia orgánica (Vazquez, Tomo II).

Midiendo el Oxígeno Disuelto (OD) en la muestra antes y después de un período de incubación en condiciones definidas, es posible calcular la DBO₅. Para la determinación del OD se utilizó el Método de Winkler. La temperatura a la que se realizó la prueba es a 20 °C y el tiempo de incubación fue de 5 días. Las determinaciones fueron efectuadas en el "Laboratorio de Química Ambiental (LABQUIAM)-Facultad de Ciencias Exactas-Universidad Nacional del Nordeste-Corrientes, Argentina".

Sitios de monitoreo

El monitoreo se llevó a cabo sobre la costa del río Paraná en la ciudad capital de la Provincia de Corrientes, Argentina (Fig. 1).

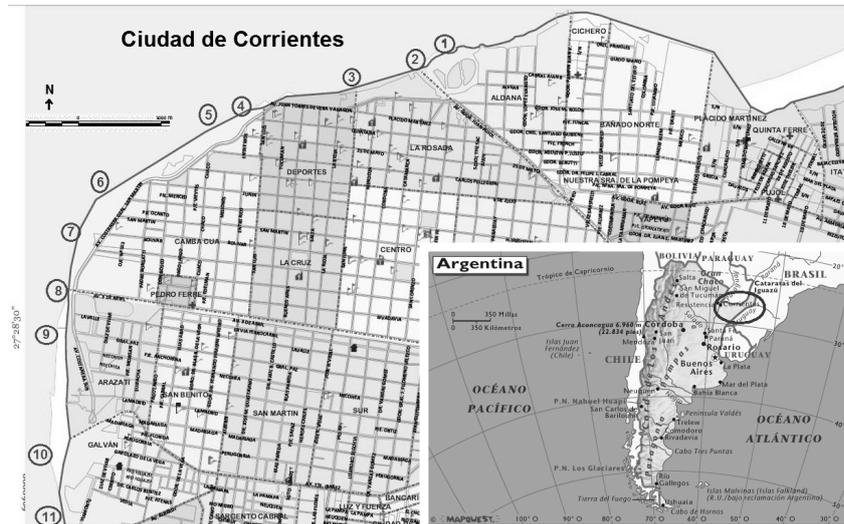


Fig. 1: Sitios de monitoreo. 1-Playa de Club Regatas; 2-Arroyo Poncho Verde; 3-Puerto Corrientes-Policía Federal; 4-Mbiguá Mboy; 5-Estación elevadora de líquidos cloacales; 6-Playa Islas Malvinas; 7-Muelle Usina; 8-Pilote Puente General Manuel Belgrano; 9-Playa Arazaty; 10-Arroyo Limita; 11-Descarga colector máximo cloacal Sur.

RESULTADOS

Monitoreo: período 2002-2003

Tabla 2: valores de pH, turbiedad y cloruros en el período 2002-2003

Sitio de extracción	pH			Turbiedad (NTU)			Cloruros (mg/L)		
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media
1	7,40	6,95	7,17	38,0	9,6	23,8	6,7	5,02	5,95
2	7,37	6,93	7,23	86,0	18,0	45,8	14,0	3,00	7,67
3	7,62	6,80	7,21	36,0	17,0	26,5	4,19	2,51	3,35
4	8,00	7,00	7,50	34,0	17,0	25,5	2,51	2,51	2,51
5	7,32	6,95	7,17	86,0	19,0	42,3	23,00	2,00	10,30
6	7,73	7,10	7,32	92,0	17,0	38,2	13,00	2,00	5,14
7	7,10	6,87	6,98	22,0	15,0	19,3	5,00	3,00	4,00
8	7,39	6,81	7,11	92,0	24,0	47,0	10,00	3,00	6,00
9	7,78	7,16	7,47	40,0	16,0	30,0	3,30	1,67	2,51
10	7,63	7,30	7,46	76,0	18,0	47,0	5,86	2,51	4,18
11	7,80	7,26	7,53	32,0	18,0	25,0	3,35	1,67	2,51

(El promedio es sobre el total de determinaciones)

Tabla 3: valores de conductividad, alcalinidad y N-NO₂ en el período 2002-2003

Sitio de extracción	Conductividad (µS/cm)			Alcalinidad (mg/L)			N-NO ₂ (mg/L)		
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media
1	115,84	42,7	85,05	32,5	13,5	23,0	0,025	0,025	0,025
2	780,80	57,09	192,47	38,6	24,1	33,2	0,105	0,032	0,056
3	119,04	52,22	85,63	29,3	25,1	27,2	0,035	0,035	0,035
4	97,15	53,63	75,39	26,2	24,1	25,2	< 0,025	< 0,025	< 0,025
5	103,68	51,84	71,50	47,3	28,0	34,8	< 0,025	< 0,025	< 0,025
6	110,98	53,76	69,97	35,7	22,0	29,1	0,027	< 0,025	< 0,025
7	69,65	51,33	60,19	28,0	28,0	28,0	< 0,025	< 0,025	< 0,025
8	76,80	54,15	65,20	32,8	30,9	32,1	< 0,025	< 0,025	< 0,025
9	96,64	40,00	64,02	37,7	24,1	30,9	0,030	0,030	0,030
10	157,31	63,36	110,33	57,9	24,1	41,0	0,255	0,025	0,255
11	87,94	54,91	71,42	24,1	23,1	23,6	0,030	0,030	0,030

(El promedio es sobre el total de determinaciones)

Tabla 4: valores de N-NO₃ y N-NH₄ en el período 2002-2003

Sitio de extracción	N-NO ₃ (mg/L)			N-NH ₄ (mg/L)		
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media
1	0,28	0,28	0,28	0,36	0,36	0,36
2	0,16	0,15	0,16	0,46	0,16	0,30
3	0,10	0,10	0,10	0,65	0,65	0,65
4	0,29	0,29	0,29	< 0,07	< 0,07	< 0,07
5	0,21	0,12	0,16	0,21	< 0,07	0,10
6	0,20	0,13	0,16	0,12	< 0,07	< 0,07
7	0,21	0,14	0,16	< 0,07	< 0,07	< 0,07
8	0,23	0,14	0,17	0,52	< 0,07	0,21
9	0,21	0,21	0,21	< 0,07	< 0,07	< 0,07
10	0,32	0,32	0,32	-	-	-
11	0,14	0,14	0,14	< 0,07	< 0,07	< 0,07

Tablas y gráficos para DBO₅

Tabla 5: DBO₅ año 2002

DBO ₅ (mg/L) año 2002		
Sitio de extracción	Agosto	Octubre
1	0,1	1,36
2	2,47	2,59
3	0,2	0,2
4	0,45	0,45
6	1,81	0,33
9	1,11	0,46
10	1,83	1,83
11	0,8	1,25

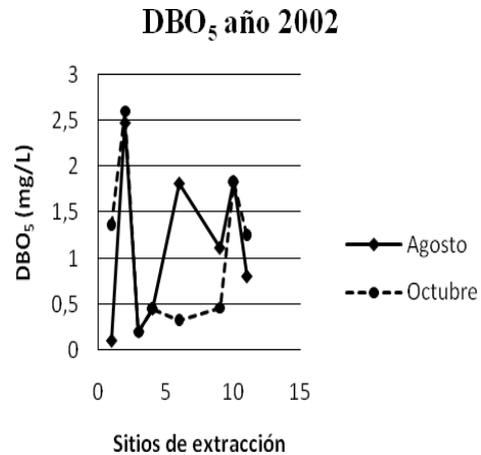
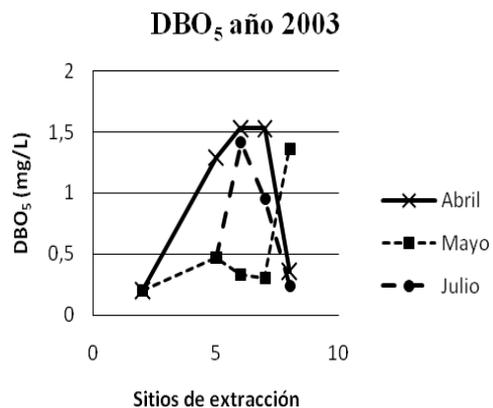


Tabla 6: DBO₅ año 2003

DBO ₅ (mg/L) año 2003			
Sitio de extracción	Abril	Mayo	Julio
2	0,2	0,2	—
5	1,29	0,47	0,47
6	1,53	0,33	1,41
7	1,53	0,3	0,95
8	0,36	1,36	0,24



En el caso del pH (Tabla 2), durante el período de tiempo estudiado, no se observaron desviaciones significativas, manteniéndose los valores dentro del rango 6,80-8,00. La turbiedad (Tabla 2) se mantuvo siempre por debajo del valor 92 NTU. La conductividad ha oscilado entre 119-40 μ S/cm excepto en el punto 2 de monitoreo en el que se observó un valor anormalmente elevado de 780 μ S/cm. Esto se debe a que este punto corresponde a la salida del Arroyo Poncho Verde, el cual constituye la vía principal de descarga de líquidos pluviales y cloacales de una parte de la ciudad de Corrientes.

El valor máximo de los cloruros (Tabla 2) fue 23 mg/L en el punto 5; el valor mínimo fue 1,67 mg/L en el punto 11. Los valores de alcalinidad (Tabla 3) se mantuvieron dentro del rango 57,9-13,5 mg/L. La serie nitrogenada (Tablas 3 y 4) presentan valores bastante uniformes. Para el N-NO₂ el valor máximo fue de 0,255 mg/L,

y el mínimo se mantuvo por debajo de 0,025 mg/L. En el caso del N-NO₃ los valores se mantuvieron dentro del siguiente rango: 0,32-0,10 mg/L. Para el N-NH₄ el valor máximo fue de 0,65 mg/L, y el mínimo se mantuvo por debajo de 0,07 mg/L.

En cuanto a la DBO₅, en los meses estudiados durante el año 2002 se visualiza que los valores medidos tienen idéntico comportamiento, tanto en agosto como en octubre (Tabla 5). Constituyen una excepción los valores medidos en los puntos 6 y 9, en los cuales se nota una desviación entre ambos meses, la DBO₅ medida oscila entre 0,10 y 2,59 mg/L.

En el año 2003 se determinó la DBO₅ en los meses de abril, mayo y julio (Tabla 6). Los valores máximos ocurren en el mes de abril, época del año que coincide con la creciente del río. El rango de la DBO₅ observado para este año es de 0,20-1,53 mg/L.

Como elementos para comparar el estado del río en la época del estudio en relación a datos históricos y contrastar diferencias, se incluyen Tablas 7 y 8 de valores que fueran publicadas por el grupo de trabajo del LABQUIAM (López M.A. *et al.*, 2000).

Tabla 7: valores de turbiedad NTU, en el río Paraná

Año	Máximo	Mínimo	Promedio
1982	112	44	72
1983	136	18	48
1984	650	18	88
1985	330	10	42
1986	1200	8	108
1987	400	12	73
1988	750	13	205
1989	60	12	31
1990	280	7	49
1991	470	9	58
1992	650	14	64
década	1200	7	80

(El promedio es sobre el total de determinaciones que se efectuaron 4 veces mensuales durante cada año)

Tabla 8: valores promedio en el río Paraná, años 1982 a 1992

pH	Color	Turbiedad (NTU)	Conductividad μS/cm
7,22	14	80	46,8

Otros datos de interés, obtenidos por el grupo de trabajo en diferentes ocasiones en la estudiada, son mostrados en la Tabla 14.

Tabla 9: valores de DBO₅ en río Paraná

DBO₅ (mg/L)			
Año	Máximo	Mínimo	Promedio
2003	2,30	0,20	1,16
2004	3,90	0,24	1,83
2005	0,25	0,18	0,16
2006	6,50	0,85	3,68
Promedio	3,20	0,40	1,71

(El promedio es sobre el total de determinaciones que se efectuaron 6 veces por cada año)

CONCLUSIONES

Este trabajo constituye un documento valioso que describe el estado del río y su evolución desde el punto de vista físico-químico, durante el período estudiado (años 2002 y 2003), más otra información histórica anterior y posterior al 2002, sobre el margen izquierda sobre la costa en la ciudad de Corrientes, Argentina.

El monitoreo permitió evaluar cambios en los parámetros físico-químicos a lo largo de años en diferentes estaciones contra otra información histórica generada por el grupo de trabajo. Cambios que contribuyen a justificar la presencia de algas. Los registros obtenidos son presentados en tablas como valores de cada parámetro (máximos, mínimos y promedios) versus puntos de monitoreo, para las determinaciones: pH, turbiedad, conductividad, cloruros, alcalinidad y serie nitrogenada.

En el caso de la DBO₅, se presentan valores de DBO₅ versus puntos de monitoreo durante los meses de agosto y octubre del año 2002 y durante los meses de abril, mayo y julio del año 2003, con lo que se pueden ver variaciones de este parámetro a lo largo de la costa del río Paraná para fines del invierno e inicio de la primavera del año 2002 y para fines del otoño e inicio del invierno del año 2003. Por otra parte queda en evidencia el escaso contenido en materia orgánica biodegradable del cuerpo de agua en la zona estudiada.

Del contraste de los valores de este trabajo y los valores históricos y otros posteriores, puede notarse una marcada disminución en la turbiedad. Este cambio es sumamente importante porque cambia el aspecto del río por el incremento de su transparencia, y en consecuencia aumenta la penetración de la luz y con ello se ven favorecidas las condiciones para la proliferación de algas. La reducción de la velocidad del río como consecuencia de la represa hidroeléctrica Yacyretá ubicada unos 160 km aguas arriba de la zona estudiada puede asumirse como una explicación posible, desde el punto de vista hidráulico, para este fenómeno. Los resultados de este trabajo permiten ensayar una explicación para la aparición en el río Paraná en el verano del 2004, de algas que pertenecen a la variedad Cyanobacteria Microcystis aeruginosa que son productoras

potenciales de una toxina denominada microcystina que tiene un elevado efecto tóxico sobre el organismo, causando problemas dérmicos y gastrointestinales.

El aumento en la población de algas azules o cyanobacterias ocurre cuando se conjugan ciertos factores: días calurosos, intensa luz solar, estancamiento de la corriente de agua e incremento de las concentraciones de nutrientes (nitrógeno y fósforo). Esto produce el fenómeno conocido como *eutrofización*. Los procesos de eutrofización aparecen en ríos en los cuales se han construido represas. Es por ello que la bibliografía específica y los científicos relacionan la aparición de este problema con la represa Yacyretá. Aquí la Entidad Binacional Yacyretá (EBY) admitió el aumento en la proliferación de algas (Ambientenews, Todoargentina, Misionesonline, Territoriodigital).

Como ya se mencionó, un hecho que coadyuva a la proliferación de algas es la disminución de la turbidez del agua que permite que la luz solar ingrese a mayores profundidades favoreciendo las condiciones de proliferación de algas. Se reportan valores estudiados de parámetros que permiten observar cambios en la naturaleza del río Paraná en relación a su composición y sus variaciones. El principal procedimiento para la defensa contra las Cyanobacterias es la eliminación de la estratificación y la reducción de nutrientes (nitrógeno y fósforo).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, H.A.; J.D. RUIZ DIAZ and F.A. VAZQUEZ, 2004. Physical-chemical characterization of Paraná River in Corrientes-Argentina. Part II. Alkalinity, Hardness, Calcium, Sulfate, and Chloride- several years variations. Comunicaciones Científicas, FACENA-UNNE.
- AMBIENTENEWS. Represas en la frontera Argentina-Paraguay-Brasilera. Visitado en: http://www.ambientenews.com.ar/a_news/38.htm, mayo de 2005.
- APHA-AWWA-WPCF, 1989. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater", 17th Edition, 1989.
- CEPIS-OPS-OMS, 1995. Manual of Evaluation and Control of Toxic Substances in Superficial Waters.
- KOWALKOWSKIA, T.; R. ZBYTNIIEWSKIA; J. SZPEJNAB and B. BUSZEWSKIA, 2006. Application of chemometrics in river water classification. Water Research, 40: 744-752.
- LÓPEZ, M.A.; H.A. ACEVEDO and F.A. VAZQUEZ, 2000. Water Quality of The Paraná River at Corrientes, Argentina: A Ten Year Record. Journal of Environmental Hydrology, Vol 8, paper 9.
- MISIONESONLINE. Piden informes sobre algas tóxicas en el Paraná. Visitado en: <http://www.misionesonline.net/paginas/noticiaPrint.php?db=noticias2004&id=7400> junio de 2004.
- OUYANG, Y, 2005. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. Water Research, 39: 2621-2635.
- TERRITORIO DIGITAL. Preocupa incremento de algas tóxicas en aguas del Paraná. Visitado en: <http://www.eco2site.com/news/Mayo-04/algas-paran%E1.asp>, junio de 2004.
- TODOARGENTINA. Yacyretá. El Proyecto. Visitado en: <http://www.todo-argentina.net/Geografia/provincias/Corrientes/yacireta.htm>, junio de 2005.

VAZQUEZ, F.A., 2003. Tomo I: *Contaminación. Efluentes Industriales y Domiciliarios con Matriz Líquida*. Ed. Moglia S.R.L. Corrientes Argentina. ISBN N°987-4639-4.

VAZQUEZ, F.A., 2003. Tomo II: *Técnicas*. Ed. Moglia SRL. Corrientes Argentina. ISBN OC 987-43-6437-8.

Recibido/Received/: 16-Set-2010
Aceptado/Accepted/: 01-Nov-2010