

Variaciones estacionales de la calidad del agua del río Chocancharava (río Cuarto), Córdoba, Argentina

CLAUDIA RODRÍGUEZ^{1,✉}, MIGUEL MANCINI¹, CARLOS PROSPERI²,
ALICIA WEYERS¹, GABRIEL ALCANTÚ¹ & SUSANA FERRERO³

¹ Fac. de Agronomía y Veterinaria, Univ. Nac. de Río Cuarto, Río Cuarto, ARGENTINA

² Fac. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Univ. Nac. de Córdoba, Córdoba, ARGENTINA

³ Fac. de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Univ. Nac. de Río Cuarto, Río Cuarto, ARGENTINA

RESUMEN. El río Chocancharava (río Cuarto) se une al río Tercero para formar el río Carcarañá, destacado afluente del río Paraná. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las variaciones bacteriológicas, algales y físico-químicas del río Chocancharava, determinando el riesgo potencial para la salud humana y animal. Según los diversos aportes que recibe este ambiente, se establecieron seis estaciones de muestreo. La abundancia de microorganismos coliformes totales y coliformes fecales presentó variación a lo largo del año, superando las estaciones ubicadas río abajo de la descarga cloacal los límites admisibles. Similar situación se presentó para *Streptococcus faecalis*. El recuento de algas no presentó registros similares en las estaciones de muestreo evaluadas a lo largo del año; sin embargo, el predominio le correspondió a los géneros de la clase Bacillariophyceae. Los parámetros físicos se encontraron dentro de los límites admisibles, salvo para los sitios que reciben aportes o efluentes. Por sus características químicas, el agua fue clasificada como hipohalina y bicarbonatada sódica. De acuerdo a los resultados obtenidos, tres de las estaciones de muestreo (km 597, km 587 y Paso del Durazno) no cumplen con los límites guías e imperativos de las directivas de calidad para aguas recreacionales. [Palabras clave: algas, calidad de agua, coliformes fecales, contaminación, ríos.]

ABSTRACT. Seasonal variations of water quality of Chocancharava River (Cuarto River), Córdoba, Argentina: Chocancharava River (Cuarto River) joins Tercero River to form Carcarañá River, an important affluent of Paraná River. The aim of this work was to evaluate bacteriological, phylogenetic and physical-chemical variations of Chocancharava River along the year, in order to establish the potential risk for human and animal health. According to the effluents received by this environment, six sampling stations were selected. The abundance of total coliform and faecal coliform microorganisms showed variations along the year, exceeding admissible levels at stations located downstream the city discharges. A similar situation was observed for *Streptococcus faecalis*. Algal counting did not show similar values at the sampling stations evaluated along the year; however, genera belonging to the Bacillariophyceae were predominant. Physical parameters were found to be between admissible limits, except for sites receiving effluents. Considering their chemical characteristics, water was classified as hypohaline and sodic bicarbonated. According to the results obtained, three of the sampling stations (km 597, km 587 and Paso del Durazno) do not accomplish established limits of quality. [Keywords: algae, contamination, faecal coliforms, rivers, water quality.]

INTRODUCCIÓN

Las acciones transformadoras que ejerce el hombre sobre el ambiente debido a su capacidad tecnológica causan impactos que pueden ser positivos o negativos. En concordancia con una mayor toma de conciencia sobre diferentes aspectos ecológicos, surge la necesidad de

evaluar y predecir cambios adversos sobre el medio (Buchinger 1994). El paradigma de desarrollo sustentable requiere analizar la problemática de la calidad del agua integrada con los restantes compartimentos ambientales y con los sistemas económicos y humanos destinatarios de la problemática (Natale 1998).

La disponibilidad de agua superficial dentro del territorio continental e insular argentino

✉ Fac. Agronomía y Veterinaria, Univ. Nac. de Río Cuarto; Ruta 8, km 601; 5800 Río Cuarto; Córdoba, ARGENTINA. crodriguez@ayv.unrc.edu.ar

Recibido: 24 octubre 2001; Revisado: 18 marzo 2002
Aceptado: 19 marzo 2002

supera los 26000 m³/s como valor promedio anual. Con una distribución espacial marcadamente irregular a nivel del país, hay que destacar que el 84% del aporte hídrico superficial corresponde a la cuenca del Plata, el 10% a la vertiente atlántica, el 5% a la pacífica y el 1% restante a las cuencas sin derrames al mar (Pochat 1998).

El río Chocancharava (río Cuarto; 64°46'O; 32°55'S y 63°16'O; 33°25'S), uno de los ríos más importantes de la provincia de Córdoba, se une al río Tercero —que nace del embalse homónimo— para formar el río Carcarañá, destacado afluente del río Paraná. Las características de los cursos superior y medio del río Chocancharava son altamente contrastantes, diferenciándose por su relieve, sedimentos, evaporación, cubierta edáfica, biótica y actividad antrópica. El régimen de caudales presenta un periodo de estiaje de mayo a septiembre y de aguas altas de octubre a abril, con ciclos hidrológicos muy variables (Corigliano et al. 1994). A diferencia de los ríos Primero, Segundo y Tercero, no se han construido embalses en su recorrido, motivo por el cual presenta crecientes muy importantes.

Al atravesar la ciudad de Río Cuarto, cuya población es de más de 160000 habitantes, el río Chocancharava sufre cambios importantes al recibir aportes de diferente naturaleza (efluentes cloacales, domésticos y basurales,

como así también los provenientes de zonas de actividad agrícola) y por efecto de la erosión (Alovero 1991). La descarga cloacal se vuelca sin un tratamiento adecuado en el curso del río a unos 6 km aguas abajo de la ciudad. En este sentido, uno de los principales objetivos de la limnología aplicada al saneamiento es conocer la naturaleza del efecto causado por el vertido de desechos sobre los ecosistemas, con el objeto de establecer condiciones tendientes a salvaguardar la salud humana y animal, así como también a conocer la dinámica del proceso de autodepuración (Branco 1984). El objetivo del presente trabajo fue evaluar las variaciones estacionales en las condiciones bacteriológicas, algales y físico-químicas del río, determinando el riesgo potencial para la salud humana y animal.

MÉTODOS

Toma de muestras

Para la elección de las estaciones de muestreo en el río Chocancharava se consideró la ubicación, entre otros, de la toma de agua que abastece a la ciudad, de lugares elegidos como centro de recreación y de la zona de descarga de efluentes. Las estaciones consideradas fueron seis: Tres Acequias, Playa Bonita, Sector Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), km 597 (correspondiente a la zona de descarga cloacal), km 587, y Paso del Durazno (ubicada a 20 km río abajo de la descarga cloacal de la ciudad) (Figura 1).

Los muestreos se llevaron a cabo durante los años 1995 y 1996, con tres repeticiones en cada sitio de muestreo por estación del año para los análisis bacteriológico, ficológico y químico, respectivamente.

Evaluación bacteriológica

Las muestras se tomaron en envases estériles de plástico a 30 cm de profundidad y se mantuvieron refrigeradas hasta su procesamiento. Se analizaron tres muestras obtenidas en el lapso de 30 días, por cada sitio de muestreo por estación del año. Se evaluaron microorganismos aerobios totales a 37 °C (agar placa), coliformes totales y coliformes fecales por la técnica del número más probable (NMP/100 mL), según APHA (1992) y la prueba de análisis Colilert. Para la búsqueda de *Streptococcus faecalis* se realizó la siembra en

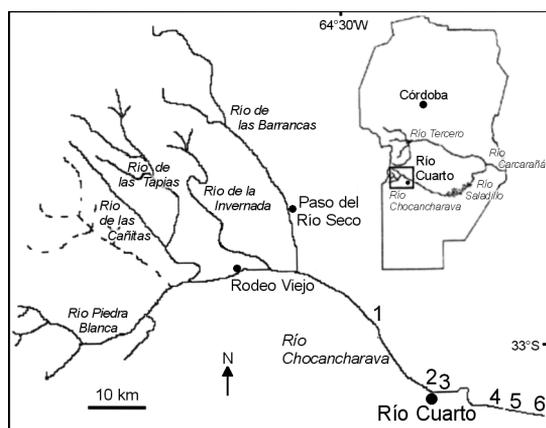


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en el río Chocancharava, en las cercanías de Río Cuarto, Córdoba. 1: Tres Acequias; 2: Playa Bonita; 3: UNRC; 4: km 597; 5: km 587; 6: Paso del Durazno.

Figure 1. Location of the sampling stations along Chocancharava River near Río Cuarto, Córdoba. See sampling station codes in the legend above.

placa con KF Streptococcus agar (US EPA 1975). Los resultados se expresaron como log (NMP + 1/100 mL).

Análisis ficológico

Las muestras se obtuvieron en recipientes plásticos de 1 L, aproximadamente a 30 cm de profundidad. Luego de ser concentradas por decantación, fueron fijadas en formol al 3%. El recuento de las muestras se realizó por conteo directo, mediante microscopía fotónica (Stein 1973; Whitton et al. 1991). Los resultados se expresaron como número de especies/25 μ L.

Análisis físico-químico

Se utilizaron envases de vidrio; las muestras se obtuvieron a 30 cm de profundidad. En el análisis físico se evaluaron olor, turbidez, color y temperatura, según métodos estándar. Se analizaron los siguientes parámetros químicos: pH, dureza, aniones y cationes, alcalinidad, sales totales, arsénico y nitritos (US EPA 1976; APHA 1992).

La calidad de las aguas continentales fue evaluada según la directiva de la Comunidad Económica Europea 76/160/CEE para aguas de baño (CEE 1975b), la 75/440/CEE para aguas superficiales destinadas a la provisión de agua potable (CEE 1975a) y la 78/659/CEE para peces de agua dulce (CEE 1978); según los criterios de calidad de US EPA (1968, 1975, 1976, 1986) para uso recreacional considerando primer y segundo contacto; los parámetros y normas a cumplir por efluentes líquidos establecidos por DIPAS (1993); y las normas para la protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos para la provincia de Córdoba (DAS 1999). También se consideraron los criterios microbiológicos provisionales de calidad para el empleo de aguas residuales y excretas en acuicultura (Mara & Cairncross 1990). Se establecieron parámetros físicos, químicos y microbiológicos para medir la calidad del agua utilizando valores obligatorios (imperativos) o indicativos (guías), siendo considerados más importantes aquellos microorganismos indicadores de contaminación fecal.

Análisis estadístico

Para el estudio bacteriológico se realizó un Análisis de Varianza de dos factores sobre un diseño completamente aleatorizado. Se com-

probaron los supuestos básicos de homogeneidad de varianza y normalidad y se aplicó la prueba a posteriori de Scheffé (Montgomery 1993). Para el estudio de las variables físico-químicas se realizó un Análisis de Varianza de un factor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis bacteriológico

El uso recreacional del agua con contacto directo requiere un elevado patrón de calidad bacteriológica debido a las innumerables enfermedades de piel, oídos y ojos que pueden ser transmitidas por ese medio (Branco 1984). Las cargas mayores del río Chocancharava correspondieron a las estaciones de km 597, km 587 y Paso del Durazno (Figura 2). Duran-

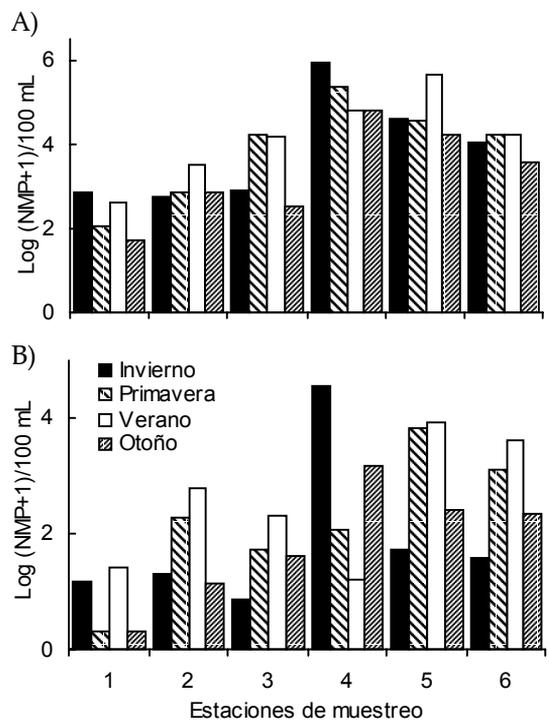


Figura 2. Abundancia promedio de microorganismos (A) coliformes totales y (B) coliformes fecales en las seis estaciones de muestreo en el río Chocancharava, en las cercanías de Río Cuarto, Córdoba. Se muestran los valores para las cuatro estaciones del año. Los códigos de las estaciones de muestreo son los mismos que en la Figura 1.

Figure 2. Mean abundance of (A) total coliform and (B) faecal coliform microorganisms at the six sampling stations along Chocancharava River near Río Cuarto, Córdoba. Seasonal values are shown. Sampling station codes are the same as in Figure 1.

te 1995 se encontraron diferencias en el número de microorganismos coliformes totales entre las estaciones de muestreo ($P < 0.01$) pero no entre estaciones del año ($P > 0.01$). Durante 1996 hubieron diferencias significativas tanto entre estaciones de muestreo como entre estaciones del año ($P < 0.01$). Los microorganismos coliformes fecales no mostraron diferencias significativas entre estaciones de muestreo ni entre estaciones del año ($P > 0.01$ en ambos casos) durante el año 1995; en tanto que, en 1996, se encontraron diferencias en ambos ($P < 0.01$). A lo largo del estudio, los valores superiores de coliformes totales y coliformes fecales se encontraron en las estaciones km 597, km 587 y Paso del Durazno. Según la prueba Colilert, en primavera y en verano las estaciones Playa Bonita, km 597 y Paso del Durazno presentaron valores superiores a 1100 NMP/100 mL de coliformes totales y de *Escherichia coli*. En la estación Tres Acequias, que corresponde a la toma de agua de la ciudad, siempre se encontraron los niveles menores de microorganismos coliformes totales y fecales. Esta estación no cumplió con la Directiva 75/440/CEE durante el verano, el otoño y la primavera. A lo largo del año, las estaciones Playa Bonita y UNRC no cumplieron con los límites guías para coliformes totales, en tanto que ésta última se encontró dentro de los límites permitidos para coliformes fecales. En las estaciones km 597, km 587 y Paso del Durazno se detectaron los mayores niveles promedio para *Streptococcus faecalis*: 137 ufc/mL (en invierno), 16 ufc/mL (en primavera) y 17 ufc/mL (en primavera), respectivamente.

Las mayores cargas correspondieron a las estaciones de muestreo que reciben aportes de efluentes y a aquellas ubicadas aguas abajo de las mismas. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Soto (1991), quien no solo corrobora la influencia de la actividad humana sobre este recurso sino también la necesidad de realizar búsquedas de microorganismos patógenos como *Salmonella* sp. Otro microorganismo, *Clostridium perfringens*, es un importante indicador de la remoción microbiana en el tratamiento de barros y aguas residuales que se descargan a ríos o que son reutilizados con propósitos industriales. Distintos procesos, como la sedimentación y la oxidación, reducen la carga de organismos fecales pero no la de *Clostridium perfringens*, siendo importante

su aislamiento cuantitativo en recursos acuáticos (Hirata et al. 1991). Los coliformes y otros organismos indicadores han sido ampliamente utilizados por los responsables de controlar la calidad del agua como una advertencia de una posible contaminación. Los estándares y las recomendaciones se fundamentan sobre criterios desarrollados en aguas contaminadas por efluentes cloacales, es decir, fuentes puntuales de contaminación de origen humano (Emiliani & Gonzalez de Paira 1997).

Hunter et al. (1999) mostraron un aumento de la contaminación por bacterias fecales en ambientes lóticos, particularmente en meses cálidos, lo que constituye un riesgo potencial para el uso recreacional. En este sentido, el mayor uso del río Chocancharava se produce durante el verano, con un pico en los meses de diciembre y enero. Dicha situación se observó en la estación Playa Bonita, considerada la más importante por ser la de mayor utilización recreacional a lo largo del tramo estudiado. Esto coincidió con lo observado por Emiliani et al. (1999), quienes indican que las precipitaciones pluviales hacen aumentar entre 6 y 10 veces el promedio geométrico del número de *Escherichia coli*, de coliformes termotolerantes y totales, con relación a lo registrado en condiciones estables de un sistema. Es de destacar el aislamiento de *Pseudomonas aeruginosa* en esta estación durante los meses de verano en años anteriores (Soto 1991). Sin

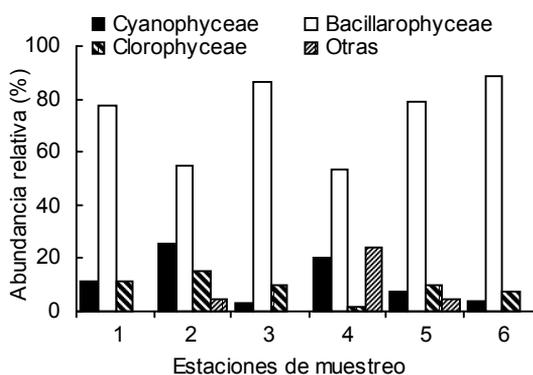


Figura 3. Abundancia relativa de los componentes del fitoplancton en las seis estaciones de muestreo en el río Chocancharava, en las cercanías de Río Cuarto, Córdoba. Los códigos de las estaciones de muestreo son los mismos que en la Figura 1.

Figure 3. Relative abundance of phytoplankton components at the six sampling stations along Chocancharava River near Río Cuarto, Córdoba. Sampling station codes are the same as in Figure 1.

Tabla 1. Valores promedio (\pm DE, con CV entre paréntesis) de temperatura y pH en las seis estaciones de muestreo en el río Chocancharava, en las cercanías de Río Cuarto, Córdoba. $n = 3$ por estación del año.

Table 1. Mean values (\pm SD, with CV in brackets) of temperature and pH at the six sampling stations along Chocancharava River near Río Cuarto, Córdoba. $n = 3$ for each season.

Estación	Temperatura ($^{\circ}$ C)	pH
Tres Acequias	20.7 \pm 6.94 (2.9%)	7.5 \pm 0.38 (16.2%)
Playa Bonita	21.3 \pm 6.37 (3.3%)	7.4 \pm 0.15 (19.4%)
UNRC	22.3 \pm 7.13 (3.1%)	7.4 \pm 0.16 (48.8%)
Km 597	20.6 \pm 7.80 (2.6%)	7.4 \pm 0.39 (20.2%)
Km 587	20.8 \pm 7.66 (2.7%)	7.5 \pm 0.23 (35.4%)
Paso del Durazno	23.0 \pm 7.23 (3.2%)	7.3 \pm 0.28 (26.4%)

embargo, las especies microbianas pueden variar por otros factores, como corrientes acuáticas, temperatura, movimientos de masas de agua y vuelcos de sustancias tóxicas (D'Aquino 1998). En el año 1996 y en la estación km 587, la carga de coliformes fecales en los meses de invierno y otoño presentó diferencias significativas, coincidiendo con la época de menor precipitación según lo enunciado por Villegas (datos no publ.).

La estación Tres Acequias, que se evaluó como referencia de fuente de agua para consumo humano, presentó la menor carga de coliformes fecales si se tiene en cuenta todo el periodo estudiado, indicando una menor necesidad de tratamientos previos para el uso mencionado.

Análisis ficológico

La abundancia y biomasa del fitoplancton varían en el tiempo, de acuerdo a cambios estacionales, factores ambientales y a su interacción biológica (Gonzalez de Infante 1988). El recuento de algas no presentó registros similares en las estaciones de muestreo evaluadas a lo largo del año; sin embargo, el predominio le correspondió a los géneros *Calloneis*, *Amphora* y *Navicula* (Bacillariophyceae). En las estaciones km 597 y km 587 se observaron, en invierno, *Microcystis aeruginosa* (3% y 11%, respectivamente) y *Phormidium* sp. (20% y 48%, respectivamente) (Cyanophyceae). Esta última especie, se encontró también en la estación Paso del Durazno con un 10%, pero en el resto del año hubo un predominio de bacilariofíceas y clorofíceas. *Spirulina platensis*

se observó en la estación km 597 (0.6%). El género *Lyngbya* se observó en la estación km 597 en otoño (5%) y en km 587 en primavera (2%). En primavera, se encontró *Anabaena flos-aquae* en las estaciones UNRC y km 587 (17% y 1%, respectivamente).

Las especies pertenecientes a la Clase Cyanophyceae fueron los terceros en importancia en los trabajos realizados en el periodo 1988–1990 por Corigliano et al. (1994). Por su parte, Luque et al. (1997) describieron un patrón similar de especies según clases de algas para la cuenca superior del río Chocancharava, con un predominio de la Clase Bacillariophyceae, resultado que concuerda con el hallado en el presente trabajo (Figura 3). La mayor riqueza específica correspondió a las estaciones Playa Bonita, km 597 y km 587, siendo, en general, menor en primavera y verano, probablemente por las precipitaciones y por presentar un mayor grado de eutroficación. Los bajos niveles de cianofíceas encontrados no representan un peligro para los usos recreacionales y piscícolas del recurso. A diferencia de otros ríos, como el Tercero, en éste no se demostró su presencia como así tampoco la aparición del gusto y olor a gamexane propios de organismos provenientes de ambientes eutroficados (Lerda & Proserpi 1994).

Análisis físico-químico

Las aguas continentales superficiales tienen un valor de pH entre 5 y 9.5, el rango aceptable para mantener la salud de los peces es de 6.5 a 9. Aguas con valores por debajo de 6.5 y por encima de 9 durante largos periodos pueden afectar el desarrollo y reproducción de los peces (Boyd 1982). En el río Chocancharava, los valores siempre estuvieron dentro del rango adecuado para mantener la salud de los organismos acuáticos (Schlotfeldt & Alderman 1995). Los valores mínimos y máximos (6.5 y 8.4) se registraron en las estaciones Tres Acequias y km 597, ambos en verano, aunque cabe destacar que no se observaron diferencias significativas entre las estaciones de muestreo ($P > 0.05$) en todo el periodo estudiado (Tabla 1).

La temperatura del agua tiene un marcado efecto en el desarrollo y reproducción de los organismos acuáticos y presenta una marcada relación con la concentración de oxígeno disuelto, de vital importancia para la vida acuática (Boyd 1982). La temperatura estuvo

relacionada a la irradiación incidente, existiendo diferencias estacionales durante el periodo de muestreo, con un valor mínimo y máximo de 6 °C y 37 °C, respectivamente, pero sin diferencias significativas entre las estaciones de muestreo ($P > 0.05$) durante la duración del estudio (Tabla 1).

El contenido de cloruros y sulfatos pueden aumentar por el efecto de la contaminación de origen urbano e industrial. Esto coincide con lo observado en este estudio, donde la mayor concentración de cloruros y sulfatos se registraron en la estación km 597 (Figura 4), aunque no se observaron diferencias significativas entre las estaciones de muestreo considerando todo el periodo de estudio ($P > 0.05$). Una situación similar se encontró para la alcalinidad y la concentración de sales totales.

Por sus características químicas, el agua fue clasificada como hipohalina (promedio anual 0.25 g/L) y bicarbonatada sódica; por su grado de dureza, como moderadamente dura (promedio anual 124 mg/L de CO_3Ca) (Boyd 1982). En ningún muestreo se detectó la presencia de arsénico y los niveles de nitritos fueron inferiores a los límites considerados. Los resultados obtenidos se encuadraron dentro de los límites guías considerados para salvaguardar la vida acuática (CEE 1978).

Calidad del agua

Durante el periodo en estudio no se registraron mortandades de peces, aunque en la estación km 597 se observó una intensidad importante de parásitos anisákidos en el bagre blanco (*Pimelodus albicans*), la especie de mayor valor para consumo humano a lo largo del tramo analizado. Se pudo comprobar, además, la presencia de individuos adultos de estos parásitos en *Phalacrocorax olivaceus* capturados en la estación UNRC. Si bien se poseen registros de esta parasitosis en diferentes partes del centro de Argentina, la presencia de anisákidos en ambientes tan alejados del mar pone en evidencia el papel de las aves ictiófagas en la difusión de estos nematodos (Zeiss & Seigneur 1981). Aunque estos parásitos revisten importancia para la salud de los peces solo cuando se presentan en alta intensidad, su presencia es trascendente en el campo de la salud pública por ser agentes zoonóticos (Mancini et al. 2000). La anisakiasis es una enfermedad mundial que se adquiere a través del consumo de

peces crudos o insuficientemente cocidos. Respecto a la carga bacteriana del agua, el riesgo en el consumo de pescado sería menor, ya que algunos autores no han podido relacionar la cantidad de bacterias coliformes del agua con las que están presentes en el músculo de los peces (Slabbert et al. 1989).

Con relación al agua para baño, y en ausencia de datos epidemiológicos estacionales específicos y continuados en el tiempo, se re-

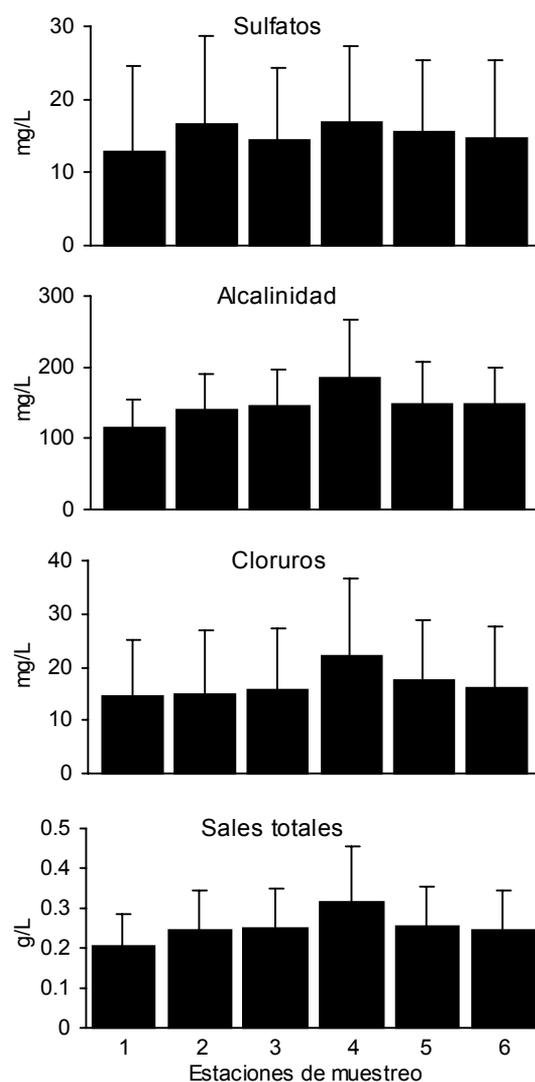


Figura 4. Valores promedio (\pm EE) de los parámetros químicos del agua en las seis estaciones de muestreo en el río Chocancharava, en las cercanías de Río Cuarto, Córdoba. Los códigos de las estaciones de muestreo son los mismos que en la Figura 1.

Figure 4. Mean values (\pm SE) for chemical parameters of the water at the six sampling stations along Chocancharava River near Río Cuarto, Córdoba. Sampling station codes are the same as in Figure 1.

comiendan los límites guías químicos y bacteriológicos de la Comunidad Económica Europea para el contacto primario de aguas recreacionales. Asimismo, los valores promedio de 1000 NMP/100 mL para microorganismos coliformes fecales deberían ser adoptados para actividades de contacto secundario. Los altos recuentos de *Escherichia coli* encontrados en este estudio hacen necesario incluir la búsqueda de rutina para conocer su origen y los posibles riesgos que representa su presencia. En la actualidad se utiliza a *Escherichia coli* en lugar de las coliformes termotolerantes como parámetro indicador, si bien el estándar numérico ha permanecido igual (2000/100 mL), resultando esta Directiva de la Comunidad Europea más permisiva que la anterior (Emiliani et al. 1999). La relación entre sus concentraciones puede variar, mientras que la literatura epidemiológica demuestra que la relación entre *Escherichia coli* y las enfermedades asociadas a aguas recreacionales (baño) es alta y se encuentra por encima de límites geográficos.

Salvo la estación Tres Acequias, el resto de los sitios de muestreo superó los límites guías; en cambio, los límites imperativos u obligatorios solo fueron superados por las estaciones km 597, km 587 y Paso del Durazno. De acuerdo a estos resultados, estas estaciones son las que sufren el mayor efecto de la contaminación y no cumplen con las directivas de calidad para aguas de baño de la Comunidad Económica Europea. *Escherichia coli*, según las últimas normas vigentes, se encontraría dentro de los límites admisibles. Sin embargo, las estaciones km 598 y km 587 deberían declararse no aptas para uso recreacional con contacto primario debido al riesgo microbiológico que presentan; de lo contrario, se deberían monitorear índices biológicos que permitan suponer que no habrá riesgos en la manifestación de patologías, ya que desde un punto de vista recreacional se han descrito infecciones dérmicas, oculares, auditivas, respiratorias y gastrointestinales por contacto con aguas contaminadas (D'Aquino 1998).

Respecto a los índices de contaminación fecal y al estado sanitario del río Chocancharava, este estudio, al igual que otros anteriores, corrobora el impacto humano sobre los recursos hídricos, considerando que un mayor riesgo de incidencia de enfermedades hídricas se presentaría en las zonas de las estaciones

km 597 y km 587 (Soto 1991). Al igual que en otros ríos del mundo, el recuento bacteriano resultó ser una de las medidas más variables de la calidad del agua, fluctuando varios órdenes de magnitud en una misma estación de muestreo (Emiliani et al. 1999).

Según Corigliano et al. (1994), la acción autodepuradora del río permite la recuperación de las características naturales luego de los 5000 m de la emisión de líquidos cloacales, existiendo diferentes factores climáticos, hidráulicos y biológicos que favorecen este proceso. Sin embargo, es necesario destacar que uno de los mayores problemas que surgen más lejos de la zona de aguas limpias lo constituye el aumento de la concentración de nutrientes primarios responsables de la eutroficación. El aumento de la población en los últimos años y el incremento de la red cloacal de la ciudad pueden agravar la situación, considerando que la descarga de la cloaca máxima de la ciudad de Río Cuarto se produce sin depuración porque la planta se encuentra fuera de servicio desde 1980 (Corigliano et al. 1994).

Si bien los datos reportados por otros autores no permiten determinar el riesgo real del uso recreacional de este recurso, en el tramo comprendido entre las estaciones Playa Bonita y Paso del Durazno se plantea la necesidad de realizar monitoreos rutinarios para la búsqueda de microorganismos patógenos como *Salmonella* sp. y *Escherichia coli* 0157:H7, y la determinación de áreas críticas específicas. De este estudio surge la necesidad de un seguimiento de los parámetros evaluados, para establecer medidas preventivas y brindar estrategias de solución en el ámbito de la protección del medio y en la mejora de la calidad de vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración prestada por las profesoras C. Frigerio, S. Bettera y M. Blarasin. Este trabajo fue financiado por la SeCyT de la UNRC.

BIBLIOGRAFÍA

ALOVERO, F. 1991. *Composición y análisis de la flora heterótrofa del río Cuarto: ensayo de cuantificación y diferenciación en tramos seleccionados del curso*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina. 50 pp.

- APHA. 1992. *Standard methods for the examination of water and waste water*. American Public Health Association. New York, EEUU.
- BOYD, C. 1982. *Water quality management for pond fish culture*. Elsevier. New York, EEUU. 318 pp.
- BRANCO, S. 1984. *Limnología sanitaria. Estudio de la polución de las aguas continentales*. OEA. Washington DC, EEUU. 120 pp.
- BUCHINGER, M. 1994. *Introducción al impacto ambiental*. Ed. Agrovot. Buenos Aires. 126 pp.
- CEE. 1975a. *Aguas superficiales destinadas a la provisión de agua potable*. Directiva 75/440/CEE. Consejo de las Comunidades Europeas, Bruselas.
- CEE. 1975b. *Aguas de baño*. Directiva 76/160/CEE. Consejo de las Comunidades Europeas, Bruselas.
- CEE. 1978. *Peces de agua dulce*. Directiva 78/659/CEE. Consejo de las Comunidades Europeas, Bruselas.
- CORIGLIANO, M; A DE FABRICIUS; E LUQUE & N GARY. 1994. Patrones de distribución de variables fisicoquímicas y biológicas en el río Chocancharava (Cuarto) (Córdoba, Argentina). *Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto* **14**(2):177–194.
- D'AQUINO, M. 1998. Situación sanitaria de aguas potables. Pp. 133–139 en: A Fernández Cirelli (ed). *Agua. "Problemática regional". Enfoques y perspectivas en el aprovechamiento de recursos hídricos*. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires.
- DAS. 1999. *Normas para la protección de los recursos hídricos superficiales y subterráneos*. Dirección de Agua y Saneamiento, Córdoba. 203 pp.
- DIPAS. 1993. *Criterios de calidad de efluentes líquidos*. Res. N° 1073. Dirección Provincial de Agua y Saneamiento, Córdoba.
- EMILIANI, F & S GONZÁLEZ DE PAIRA. 1997. Bacterias coliformes en ambientes prístinos del río Paraná medio (Santa Fe, Argentina): distribución y correlaciones con variables ambientales. *FABICIB* **1**:39–51.
- EMILIANI, F; R LAJMANOVICH; M ACOSTA & S BONETTO. 1999. Variaciones temporales y espaciales de coliformes de *Escherichia coli* en aguas recreativas fluviales (Río Salado, Santa Fe, Argentina). Relación con los estándares de calidad. *Revista Argentina de Microbiología* **31**:142–156.
- GONZALEZ DE INFANTE, A. 1988. *El plancton de las aguas continentales*. OEA. Washington DC, EEUU. 130 pp.
- HIRATA, T; K KAGAMURA; S SONOKI; K HIRATA; M KANEKO & K TAGUCHI. 1991. *Clostridium perfringens* as an indicator microorganism for the evaluation of the effects of waste and sludge treatment system. *Water Sci. Technol.* **24**(2):367–372.
- HUNTER, C; J PERKINS; J TRANTER & J GUNN. 1999. Agricultural land use effect on the indicator bacterial quality of an upland stream in the Derbyshire peak district in the U.K. *Water Res.* **33**(17):3577–3586.
- LERDA, D & C PROSPERI. 1994. *Consideraciones sobre la potabilización del agua para consumo humano en Río Tercero (Córdoba, Argentina). Parte 1*. Municipalidad de Marcos Juárez. 42 pp.
- LUQUE, M; M GARI & A MARTINEZ DE FABRICIUS. 1997. Análisis cualitativo–cuantitativo de la flora algal en el tramo superior del río Chocancharava (ex Cuarto) (Córdoba, Argentina). *Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto* **17**(1):49–67.
- MANCINI, M; A LARRIESTRA & J SANCHEZ. 2000. Estudio ictiopatólogico en poblaciones silvestres de la región centro-sur de la provincia de Córdoba, Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria* **81**(2):104–108.
- MARA, D & S CAIRNCROSS. 1990. *Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura. Medidas de protección de la salud pública*. OMS. Ginebra, Suiza. 213 pp.
- MONTGOMERY, D. 1993. *Diseño y análisis de experimentos*. Grupo Editorial Iberoamericana. México.
- NATALE, O. 1998. Criterios para evaluar la problemática de calidad de aguas. Pp. 33–49 en: A Fernández Cirelli (ed.). *Agua. "Problemática regional". Enfoques y perspectivas en el aprovechamiento de recursos hídricos*. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires.
- POCHAT, V. 1998. Situación actual de la problemática del agua en la República Argentina. Pp. 51–58 en: A Fernández Cirelli (ed.). *Agua. "Problemática regional". Enfoques y perspectivas en el aprovechamiento de recursos hídricos*. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Buenos Aires.
- SCHLOTTFELDT, H & D ALDERMAN. 1995. *What should I do? A practical guide for the freshwater fish farmer*. European Ass. Fish Pathologists. Dorset, Reino Unido. 60 pp.
- SLABBERT, J; W MORGAN & A WOOD. 1989. Microbiological aspects of fish culture in waste water - The South African experience. *Water Sci. Technol.* **21**(3):307–310.
- SOTO, L. 1991. *Estudios de indicadores sanitarios bacterianos en el río Cuarto. Análisis de coliformes totales, fecales y Pseudomonas aeruginosa*. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto. 16 pp.
- STEIN, S. 1973. *Handbook of phycolgical methods*. Cambridge University Press, Cambridge.
- US EPA. 1968. *Water quality criteria*. Federal Water Pollution Control Administration, US EPA. Washington DC, EEUU.
- US EPA. 1975. *Handbook for evaluating water bacteriological laboratories*. 670/9-75-006. US EPA. Washington DC, EEUU.
- US EPA. 1976. *Methods for chemical analysis of water and wastes. Environmental monitoring and support laboratory*. EPA-625-6-74-003a. Environmental Research Center, US EPA. Cincinnati, EEUU.
- US EPA. 1986. *Ambient water quality criteria for bacteria*. US EPA 440/5-84-002. Office of Regulations and Standards, US EPA. Washington DC, EEUU.
- WHITTON, B; E ROTT & G FRIEDRICH. 1991. *Use of algae for monitoring rivers*. University of Innsbruck. 156 pp.
- ZEISS, E & G SEIGNEUR. 1981. Observaciones sobre nematodos parásitos en peces del dique "Los Quiroga" (provincia de Santiago del Estero, Argentina). *Ecología* **6**:115–118.