

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL RÍO CEBALLOS (CÓRDOBA) EN RELACIÓN A SU USO RECREATIVO)

**¹Marta I. Biagi Bistoni, ¹Ana Laura Ruibal Conti, María Alejandra Bustamante,
¹Leticia Tarrab, ¹Gustavo Soria & ²Ingrid Zito-Freyer**

¹Centro de la Región Semiárida (CIRSA), Instituto Nacional del Agua (INA).
Ambrosio Olmos 1142- X5000JGT- Córdoba- Argentina-Te: 0351-4683015

E-mail: biagimar@hotmail.com

² FCEFyN (UNC)

RESUMEN

La cuenca del Río Ceballos ha registrado en los últimos años un marcado crecimiento demográfico que se ha concentrado en las localidades ubicadas en las márgenes del río. Dichas localidades en general no cuentan con un sistema eficiente de captación y tratamiento de efluentes. Este río es un recurso ampliamente usado para actividades recreativas y no existen estudios previos sobre el impacto de estos efluentes en la calidad del agua del mismo. El objetivo de este trabajo es conocer las concentraciones de bacterias (coliformes totales y fecales) en agua y de este modo estimar el efecto antrópico sobre la calidad del recurso. Se realizó el recuento de bacterias heterótrofas con el fin de conocer a lo largo del tiempo la variación de la densidad bacteriana aeróbica total. Aunque el número elevado de estas bacterias no indique necesariamente una mala calidad del agua, son importantes las eventuales variaciones de este recuento sobre muestras realizadas en condiciones ambientales variables (Rodier 1981). Se realizaron monitoreos del río en el período comprendido entre junio 2003 y marzo 2004. Adicionalmente, se midieron variables hidrológicas y físico-químicas como caudal, temperatura y pH. Todos los parámetros evaluados permitieron caracterizar al río y detectar variaciones en su calidad dentro del período analizado. Los valores de bacterias coliformes hallados en algunos casos, superan los máximos permitidos para aguas de uso recreativo.

Palabras clave: coliformes, bacterias aerobias, calidad de agua, uso recreativo.

INTRODUCCIÓN

La región del Río Ceballos ha tenido un fuerte incremento demográfico en los últimos años, por su cercanía con la ciudad de Córdoba y el mejoramiento de las vías de acceso. Estas condiciones también han favorecido el turismo de fin de semana. Este gran incremento urbano se produjo sin ningún tipo de planificación siendo deficiente el sistema de tratamiento y captación de líquidos cloacales. Adicionalmente, el uso del suelo en la incluye actividades de ganadería, turismo y deportes (Cioccale, 1998). Todo esto sugiere un deterioro de la capa freática y del curso del río.

Al ser una zona turística, el río es muy usado para actividades recreativas, por lo tanto es importante determinar la calidad microbiológica del mismo. Hay una amplia variedad de microorganismos patógenos que pueden ser transmitidos a los hombres a través del uso recreativo del agua, contaminada por líquidos cloacales. Estos incluyen patógenos entéricos como *Salmonella*, *Shigella*, enterovirus, protozoos, parásitos multicelulares y oportunistas como *Pseudomona aeruginosa*, *Klebsiella* sp., *Vibrio* sp. y *Aeromona hidrophila* los cuales se pueden multiplicar en aguas con suficientes nutrientes. Otros microorganismos importantes son aquellos asociados con la piel, boca y nariz de los bañistas, como *Staphylococcus aureus*.

El objetivo de este trabajo es evaluar la contaminación microbiológica del río Ceballos mediante la determinación de la densidad bacteriana a través del uso de indicadores de contaminación fecal (Coliformes totales y fecales).

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El río Ceballos se encuentra ubicado en la provincia de Córdoba, en el departamento Colón al noroeste de la ciudad de Córdoba. Nace en el embalse La Quebrada y atraviesa las ciudades de Río Ceballos, Unquillo, Mendiolaza, Villa Allende y Saldán para desembocar en el Río Suquía, el río más importante de la región. Recibe el aporte de dos arroyos, uno a la altura de la ciudad de Unquillo, que lleva este mismo nombre, y el arroyo Chico, cerca de la ciudad de Villa Allende.

Es un río de montaña, con un caudal medio de $0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ y un caudal máximo de $0,66 \text{ m}^3/\text{s}$ en las épocas de lluvias. El cauce en su gran mayoría esta compuesto por una estructura rocosa y arena y algas. En los sectores urbanos la estructura del cauce del río sufre una reducción importante del su ancho, existiendo puentes y canalizaciones (Cioccale, 1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del monitoreo y toma de muestras

En función a los objetivos del presente estudio se seleccionaron las siguientes estaciones de muestreo (ver esquema):

1. **Naciente, salida del embalse La Quebrada (E1).** En este tramo en los alrededores del río se observa una baja urbanización, representada principalmente por un camping. Es un punto de bajo caudal, agua espumosa proveniente del vertido del dique.

2. **A° Unquillo, ciudad de Unquillo (A1).** Este punto se encuentra en una zona totalmente urbanizada, y se observa una clara influencia del hombre sobre el cauce del río. El cual está modificado en algunos tramos.
3. **Ciudad de Villa Allende (E6).** Al igual que en la estación anterior es una zona densamente poblada, el río esta canalizado y el fondo del cauce se encuentra cubierto de algas macroscópicas.
4. **Desembocadura, 5 m antes de la unión al río Suquía (E9).** El área que rodea a este punto de muestreo se encuentra debajo de un puente carretero. Es una zona poco poblada, con escaso paso de peatones.



Esquema 1. Esquema de la ubicación de las estaciones de monitoreo

Las cuatro estaciones de muestreo a lo largo del río fueron seleccionadas teniendo en cuenta la potencial influencia que ejercerían las ciudades aledañas, sobre la calidad del recurso hídrico. Las muestras de agua superficial se recolectaron desde Junio de 2003 hasta marzo de 2004, con una frecuencia mensual. Se tomaron en frascos plásticos estériles y fueron analizadas dentro de las seis horas de recogidas. (GEMS, 1994)

La concentración de bacterias heterótrofas se determinó por medio de recuento en placa (Plate Count Agar). Las bacterias coliformes totales ($35 \pm 1^\circ\text{C}$) y las bacterias coliformes fecales (termorresistentes, 45°C) se analizaron por la técnica de tubos múltiples (NMP), 3 tubos por

dilución, inoculando alícuotas de 1, 0.1 y 0.01mL de la muestra en caldo MacConkey. (APHA, 1998)

Además se midieron parámetros de calidad in situ, a saber: temperatura, conductividad, pH, oxígeno disuelto, salinidad (sonda multiparamétrica U-10 y U-23 HORIBA) y se tomaron en estos puntos muestras para la determinación de nutrientes (fracciones de nitrógeno y fracciones de fósforo). Los caudales se determinaron a partir de la medición de velocidades (correntómetro A-OTTKempton) y profundidad en la sección de aforo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de los datos, los mismos se agruparon según las estaciones del año (invierno, primavera y verano). Como la concentración de bacterias es afectada notoriamente por las variaciones de caudal y de la temperatura, en la interpretación de los resultados, se consideraron la influencia de estos dos factores abióticos.

Debido a que la población bacteriana no presenta una distribución poblacional normal, para describir su valor medio, la media geométrica resulta el estadístico más confiable. En la Figura 1 se muestra el valor medio calculado para el invierno, primavera y verano en las cuatro estaciones de muestreo. Se observa que el contenido microbiológico aumenta marcadamente en los meses más cálidos (enero, febrero y marzo). Esto es coincidente con el incremento en la población turística durante el período estival.

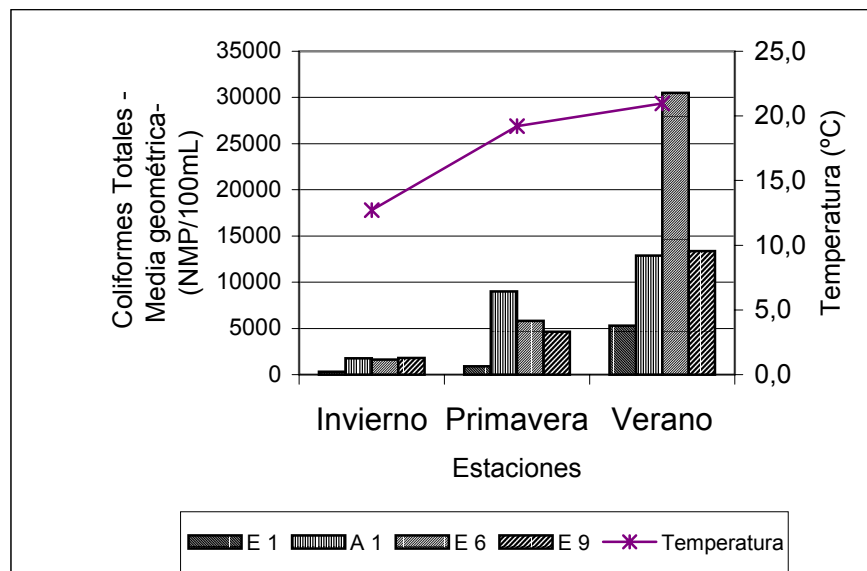


Figura 1. Variación del promedio geométrico de las coliformes totales a lo largo del año

En la mayoría de los puntos se encontró valores de bacterias coliformes fecales más bajas que los encontrados para coliformes totales. En la figura 2 se muestran los valores de bacterias coliformes totales y fecales para la estación E7. Se observa también que los valores de bacterias coliformes fecales superan los límites permitidos (1000 NMP/100mL) para aguas de uso recreativo con contacto directo en los meses de enero y marzo.

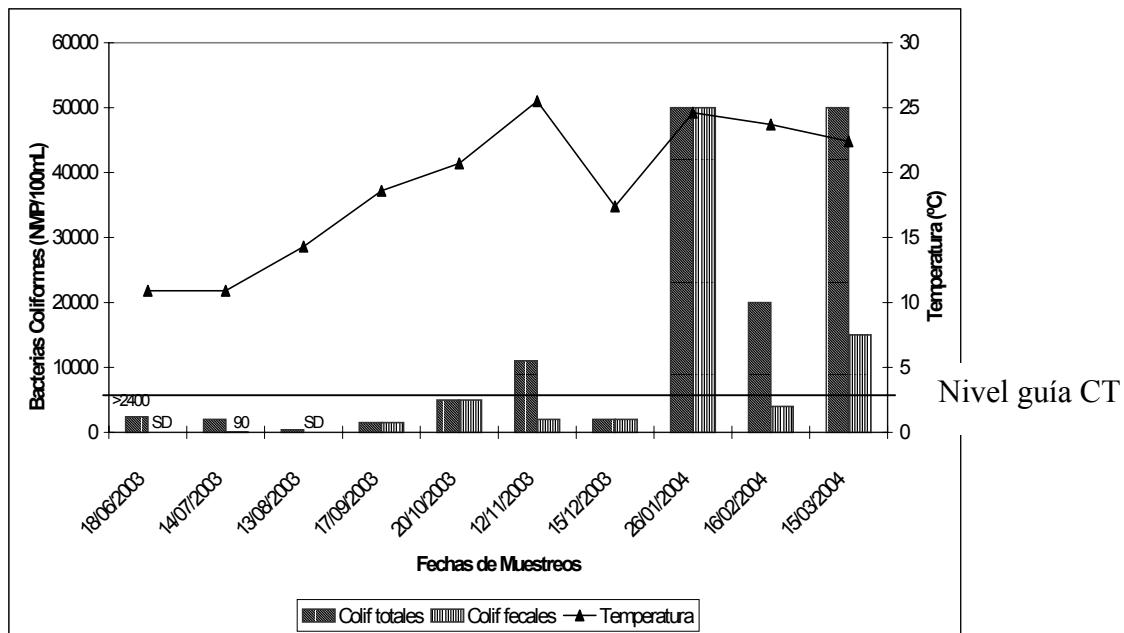


Figura 2. Concentración de bacterias coliformes totales y fecales (barras) y temperatura (líneas) en los meses de muestreo en el punto E7. SD: Sin dato

A los fines de eliminar el efecto de la dilución o concentración provocadas por las variaciones de caudal, se calcularon las medias ponderadas de bacterias coliformes totales por estación de muestreo (tabla 1). Se observa claramente como varían el número de bacterias coliformes totales según la época del año en la que fue tomada la muestra.

Tabla 1: Media ponderada (por caudal) de bacterias coliformes totales en cada estación de muestreo

Estación	Meses	Media Pnd bacterias
E 1	INVIERNO	245
	PRIMAVERA	1180
	VERANO	1454
A 1	INVIERNO	2604
	PRIMAVERA	11079
	VERANO	12538
E 6	INVIERNO	1888
	PRIMAVERA	3658
	VERANO	46786
E 9	INVIERNO	2053
	PRIMAVERA	8575
	VERANO	13132

En la Figura 3 se grafican estos valores, mostrando claramente que el número de bacterias en verano es más elevado en todas las estaciones e indicando un aumento real del contenido bacteriano.

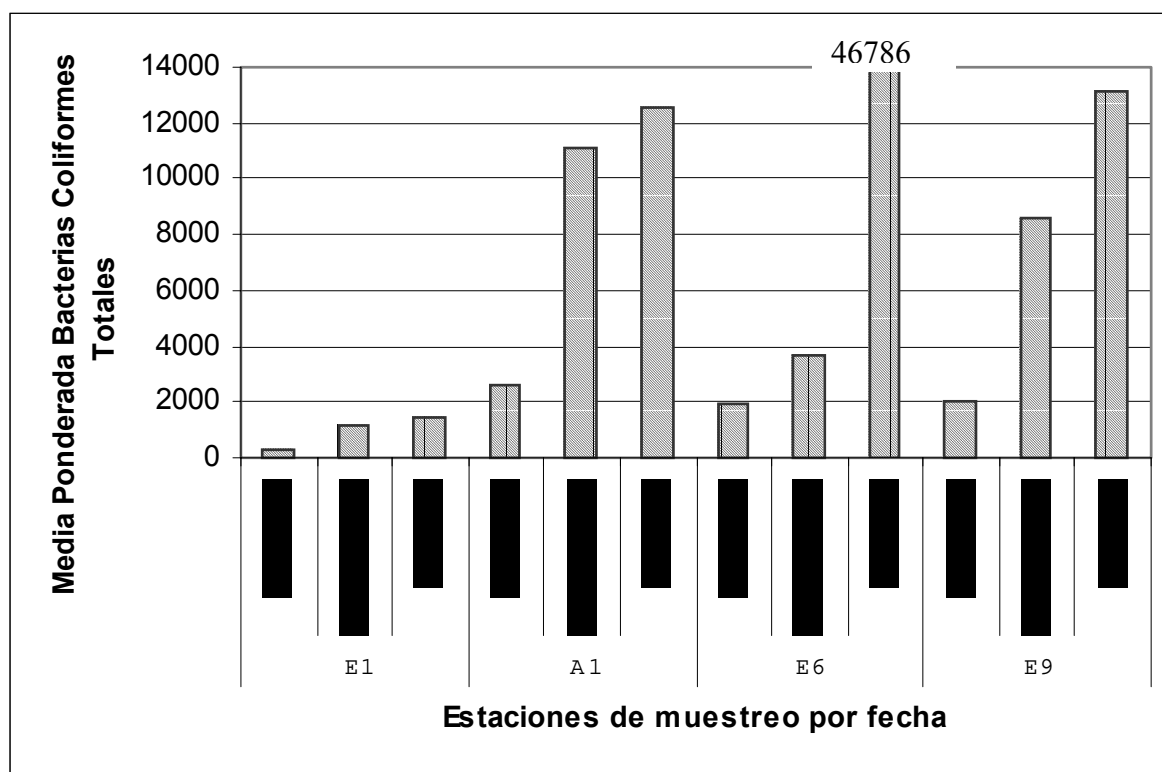


Figura 3 Media ponderada de bacterias coliformes totales por punto y estación del año en la que se tomó la muestra

Como es de esperar la estación E1 ubicada a la salida del embalse presenta las menores concentraciones de bacterias y por lo tanto no se observa casi contaminación desde el punto de vista bacteriológico. En ninguno de los casos supera los niveles guías adoptados por la Provincia (Valores guías Di.P.A.S.: CT= 5000 NMP/100mL y CF =1000 NMP/100mL)

Las estaciones de muestreo A1 y E 6 presentan las concentraciones más altas de bacterias coliformes totales y fecales, indicando la fuerte contaminación que ejercen las ciudades que se encuentran aledañas a estos puntos. Estos dos puntos superan ampliamente los valores recomendados para agua de uso recreativo. La estación E 6 es particularmente importante pues está próxima a un colegio. Es un punto muy transitado y además es usado a los fines recreativos por parte de los alumnos del colegio.

Al interpretar los valores guías no sólo es importante considerar que el valor medido exceda el valor guía, sino también su persistencia en el tiempo. Por esta razón se graficaron los porcentajes de muestras que exceden o no estos niveles (Figura 4). En el punto E1 el 100% de las muestras tomadas cumple con el valor exigido. El resto de las estaciones en primavera y verano presentan porcentajes considerables que no cumplen con lo requerido. Si bien la estación E6 presenta los registros más elevados (Figura 3), el punto E9 presenta un mayor porcentaje de muestras que superan los valores guías.

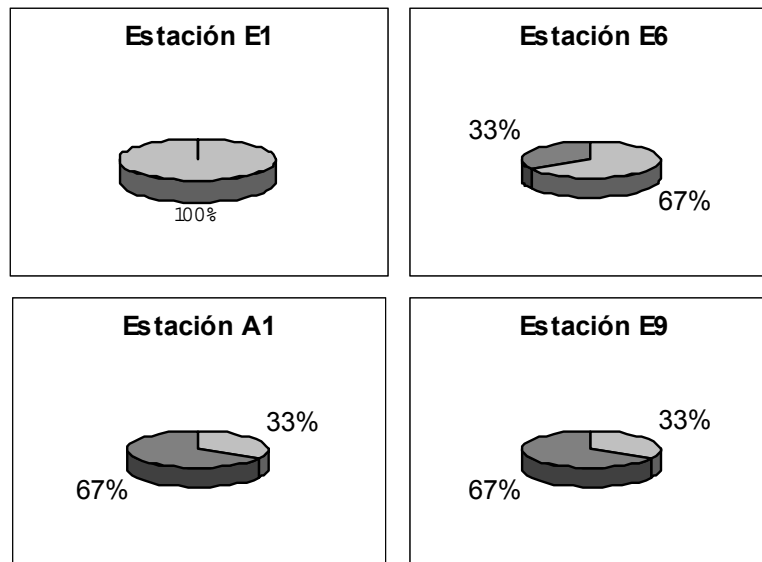


Figura 4 Porcentaje de muestras que cumplen (claro) o no cumplen (oscuro) con los valores recomendados por la Di.P.A.S

Al revisar la bibliografía se encontraron escasos estudios sobre la calidad de este recurso. Comparando los resultados del presente trabajo con los datos obtenidos por Comba, 2004 se observa que en ambos trabajos coinciden en el hecho que la calidad microbiológica del río es pobre (se superan los valores permitidos). Sin embargo los valores de bacterias coliformes totales encontrados por Comba son superiores en la época de estiaje a los hallados en época estival (Tabla 2). Esta discrepancia en los resultados de ambos trabajos puede deberse a diferencias metodológicas, hidrológicas y a la debilidad de un único valor puntual. En los valores hallados para coliformes fecales no existe esta diferencia.

Tabla 2 Comparación de resultados obtenidos en dos trabajos diferentes. Referencias: BH Bacterias Heterótrofas, CT Coliformes Totales, CF Coliformes Fecales.

	Comba 2004		Biagi 2003/2004		
	Estiaje (12/10/02)	Estival (27/04/04)	Invierno	Primavera	Verano
BH	240	300	229	1653	24027
CT	24000	13000	1767	4633	13250
CF	2300	6200	9	1467	5975

En ciertas circunstancias, la calidad microbiológica del agua de uso recreativo puede estar fuertemente influenciada por factores tales como las lluvias dentro de la cuenca conduciendo a períodos relativamente cortos de elevada contaminación.

El análisis de los datos de las bacterias heterótrofas (Figura 5) revela la contribución que el aumento del caudal genera sobre la concentración de las mismas. Este aumento puede ser producido por escorrentías y otras fuentes de contaminación que llegan al río, arrastradas por la corriente de agua de lluvia. Estas bacterias no implican necesariamente contaminación de origen fecal.

El siguiente gráfico muestra los valores obtenidos de bacterias heterótrofas. En general se observa un aumento con el incremento del caudal, salvo en los meses de invierno en los cuales la

baja temperatura del agua podría ser un factor desfavorable para el desarrollo de las mismas. También deberían considerarse en este análisis otros factores hidrológicos que no han sido registrados para este trabajo.

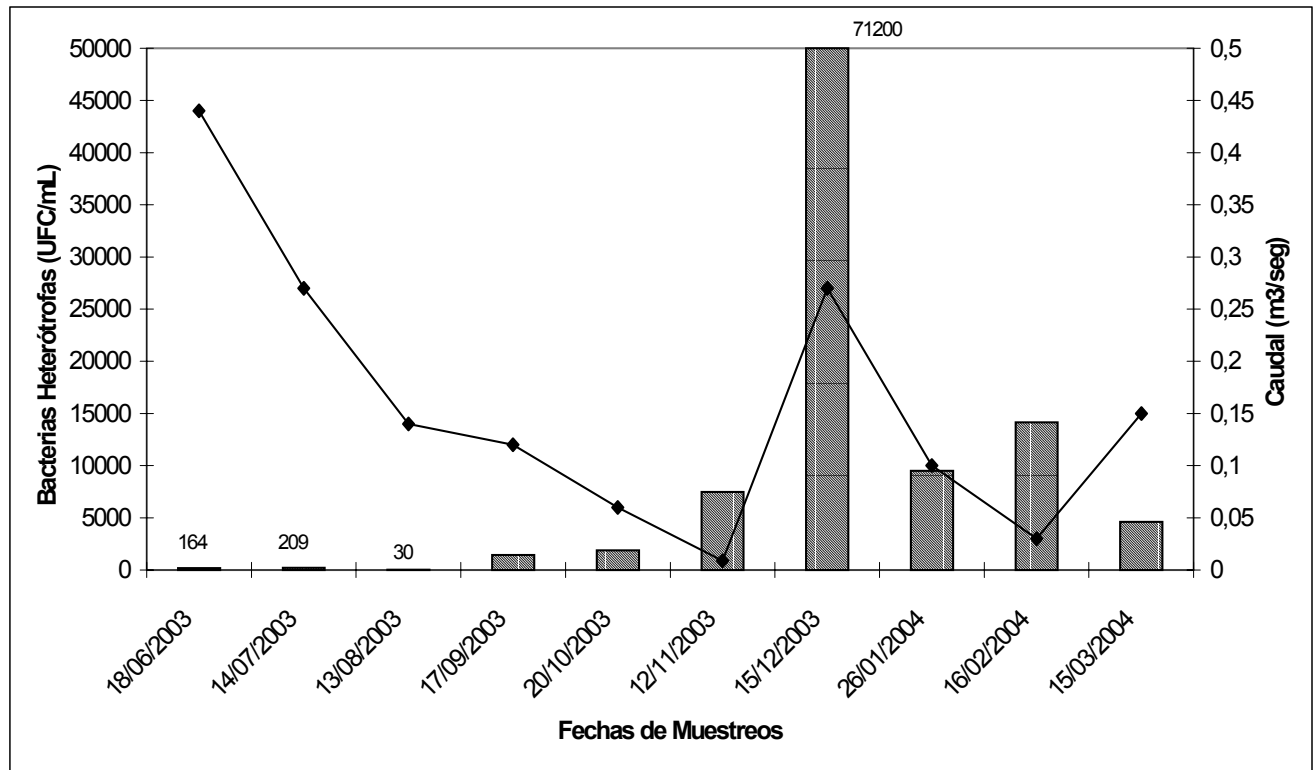


Figura 5 Concentración de bacterias heterótrofas (barras) y Caudal (líneas) en los meses de muestreo en el punto E7

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo se pueden concluir que las concentraciones de bacterias aumentan en todos los puntos en los meses de verano, en muchos casos superando los límites establecidos para aguas recreativas. Los niveles en invierno se mantienen bajos.

Exceptuando el punto de muestreo E 1 los niveles elevados de bacterias indican el efecto antrópico que producen las ciudades sobre la calidad de las aguas del río.

Se observa que las lluvias colaboran con el aumento de bacterias, debido a que en varios puntos de muestreo un aumento de caudal conduce a un aumento de concentración de las mismas.

Quedan por evaluar los meses de otoño, donde las temperaturas no son tan bajas como en el invierno y con caudales un poco más elevados.

El valor de las coliformes totales y fecales como indicadores de contaminación fecal ha sido ampliamente discutido. Los enterococos parecerían ser más confiables para evaluar la misma y son ampliamente usados para conocer la calidad microbiológica de uso recreativo, por lo tanto se sugiere usar los mismos en futuros trabajos.

Resumiendo, el presente trabajo muestra que la calidad del río Ceballos se ha visto empobrecida por las actividades del hombre en la cuenca. Se recomienda planificar actividades que conduzcan al uso sustentable de la misma.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó parcialmente con fondos Fundación Antorchas YPF. Se agradece la colaboración del personal de CIRSA en realización del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- A.P.H.A.-A.W.W.A.-W.E.F.** (1998) *“Standard methods for the examination of water and waste water”*. 20° Ed.
- Cioccale, M. A., Ferri, M, Filardo, J.J, Ingaramo, R., Lado, G., Montivero N. y Morero, R.** (1998) *“Estudio integral de la problemática del agua en la cuenca del río Ceballos. Córdoba. Argentina”* Anales del Congreso Nacional del Agua – Santa Fe.
- Comba, P.A.** (2004) *“Evaluación de los aspectos hidrológicos y ambientales en tres Subcuencas desarrolladas aguas abajo del Embalse San Roque”*. Tesis de grado FCEFyN – UNC
- Guía Operativa GEMS/AGUA* Tercera edición. GEMS/W.94.1