

PRIMERAS OBSERVACIONES SOBRE EL ZOOPLANCTON DEL RIO SANTA FE
CON ESPECIAL REFERENCIA A LAS ZONAS AFECTADAS POR
APORTES ALOCTONOS*

Susana José de Paggi
Instituto Nacional de Limnología
José Maciá 1933 - Santo Tomé (Santa Fe)

RESUMEN

En este trabajo se dan a conocer las primeras observaciones sobre el zooplancton del río Santa Fe en base a dos muestreos realizados con condiciones hidrológicas distintas. Se da una lista de las especies registradas y se hace referencia a las fluctuaciones cualitativas y cuantitativas del zooplancton. Se discute la incidencia de la zona portuaria y efluentes cloacales de la ciudad de Santa Fe sobre las poblaciones zooplanctónicas.

SUMMARY First observations on the zooplankton of Santa Fe River with special reference to areas affected by human activities

The results of quantitative zooplankton analyses performed on samples obtained during two sampling trips to the Santa Fe River are reported. Both trips took place during different hydrological stages. A list of recorded species is given and the quantitative and qualitative changes are analyzed.

The impact of the harbor's area and the municipal sewages of outfall of Santa Fe City on the zooplankton is discussed.

INTRODUCCION

En este trabajo se dan a conocer las primeras observaciones realizadas sobre la composición y fluctuaciones del zooplancton a lo largo del río Santa Fe desde su origen (confluencia de la laguna Setúbal y riacho Santa Fe) hasta la zona denominada "Cuatro bocas" o de su desembocadura en el río Coronda. Constituye un bra-

* Presentado en la Reunión de Comunicaciones Científicas del 8 de mayo de 1976.

zo secundario del río Paraná que limita en su flanco sureste a la ciudad de Santa Fe. Sus aguas reciben la influencia de la actividad humana en forma de desagues industriales y pluviales, aportes de cereales (elevadores de granos) y líquidos cloacales.

Estudios microbiológicos de las aguas y sedimentos del río Santa Fe (TESSI y MIR, 1970; TESSI *et al.*, 1972) como así también de la fauna bentónica (DI PERSIA *et al.*, 1973) han demostrado la existencia de indicios de contaminación orgánica.

Tessi y Mir (1970) y Tessi *et al.* (1972) determinaron la presencia de bacterias indicadoras de contaminación, principalmente de *Scherichia coli* de origen fecal como así también de *Salmonella* y *Streptococos fecales*. Consideran, conforme a sus determinaciones, como zona contaminada en este río, la situada al sur de la salida cloacal, en la zona de emplazamiento del Baradero Sarsotti.

Por otro lado Stangenberg y Lenardón (1970) en sus determinaciones de la demanda bioquímica de oxígeno (BOD) en aguas superficiales, hallaron, en general, bajos valores, BOD₅: 2,50, que atribuyen a la capacidad de dilución del citado cuerpo de agua.

Conforme a los estudios realizados sobre la fauna bentónica (op.cit.), existirían zonas polisaprobias en las áreas inmediatas a elevadores de granos, diques y efluente cloacal (ver en el mapa puntos 6a, 6b, 5a, 5b, 8a, 8b, 8c).

MATERIAL Y METODOS

El material analizado fue obtenido en dos muestreos realizados en los años 1972 y 1974, ambos en el mes de diciembre y coincidiendo respectivamente con niveles del río correspondientes a "aguas altas" (4,69 m) y "aguas medias" (2,61 m).

Teniendo en cuenta la acción antropógena, se determinaron 12 estaciones de muestreo a lo largo del río y dos transecciones (láminas 1 y 2); su ubicación es la siguiente: puente colgante sobre la laguna Setúbal (1); puente sobre la desembocadura del Riacho Santa Fe (2); frente a los desagues de la Usina Calchines (agua de refrigeración)(3); frente a las instalaciones del tercer muelle de YPF (4); en los diques 1 y 2 del puerto (5a y 5b); frente a los elevadores de granos (6), donde se efectuó una transección de ribera derecha hasta la embocadura del canal de acceso que une este río con el Paraná; aguas abajo de los elevadores de granos (7); frente a los desagues cloacales (8) donde también se efectuó una transección. Las restantes estaciones se situaron aguas abajo de aquellas, separadas entre sí por una distancia de aproximadamente 200 metros, hasta la zona denominada "Cuatro bocas" (9, 10, 11 y 12).

Las muestras de zooplancton se extrajeron entre superficie y 50 cm de profundidad y cada una de ellas resultó del filtrado de

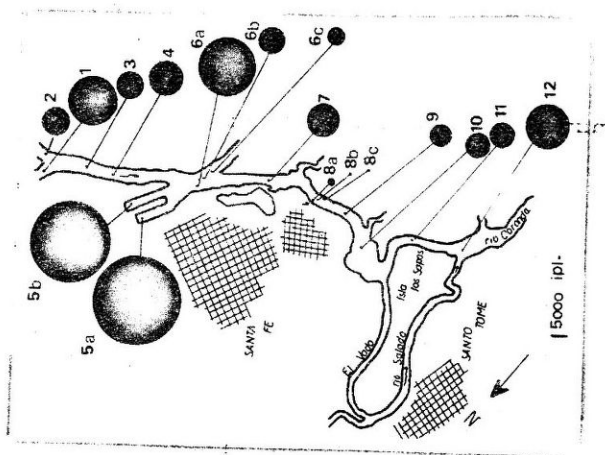


Lámina 1: Variaciones cuantitativas del zooplancton a lo largo del río Santa Fe, diciembre de 1972.

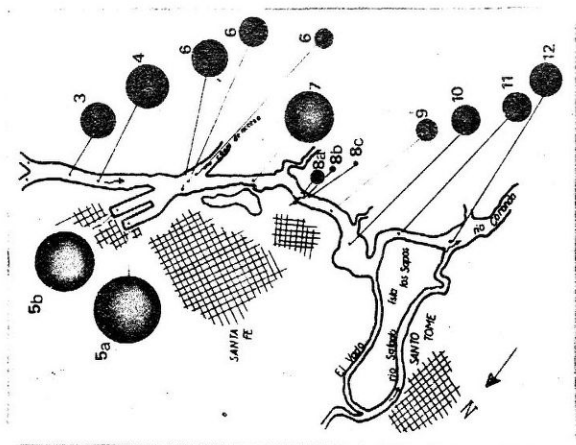


Lámina 2: Variaciones cuantitativas del zooplancton a lo largo del río Santa Fe, diciembre de 1974.

300 litros de agua a través de una red de 53 μ de abertura de malla. Los recuentos se hicieron bajo microscopio binocular en cámaras de 1 y 5 ml. Las muestras conteniendo poco material fueron contadas en su totalidad.

Se efectuaron mediciones de algunos parámetros físico-químicos tales como profundidad, velocidad de corriente, oxígeno disuelto, transparencia y pH. También se calculó el caudal tomando como referencia una serie de perfiles transversales obtenidos mediante un relevamiento batimétrico efectuado por el Prof. E. Drago utilizando un ecosonda "ELAC" (información inédita).

La velocidad de la corriente fue de aproximadamente 1,13 y 0,65 $m^3/seg.$ en diciembre de 1972 y diciembre de 1974, respectivamente.

Los datos de O_2 corresponden únicamente al primer muestreo y se restringen al área cloacal: 8,50; 10,77 y 9,60 mg/l en 8a, 8b y 8c.

Los valores máximos y mínimos de la transparencia, medida con un disco de Secchi, fueron de 43 cm (5a) y 21 cm (8b) en 1972 y 28 cm (6c) y 23 cm (8c) en 1974.

El pH presentó valores casi homogéneos variando entre 7,2 y 7,4, en ambos muestreos.

El caudal fue de 2.248 $m^3/seg.$ y 1.120 $m^3/seg.$ en 1972 y 1974, respectivamente.

ZOOPLANCTON. Resultados

En ambos muestreos se registraron un total de 43 entidades (ver tabla 1), correspondiendo 28 a Rotíferos, 11 a Cladóceros y 4 a Copépodos, constituyendo por lo tanto los Rotíferos el grupo dominante cualitativamente, dentro de los cuales casi un 50% de las especies pertenece a la familia *Brachionidae*.

El mayor número de especies se registró durante el muestreo realizado en aguas altas como así también, proporcionalmente, el mayor número de ticooplanctones.

Durante diciembre de 1972 en casi todas las estaciones, la especie dominante fue *Brachionus caudatus personatus*, salvo en los diques 1 y 2, donde predominaron *Filinia longiseta* y *Trichocerca* sp., respectivamente y en estación 1, *Keratella americana*.

En el segundo muestreo (diciembre de 1974) las especies dominantes variaron entre *Keratella americana*, *Filinia longiseta* y nauplios de ciclopidos.

Desde puntos de vista estructural y cualitativo, las mayores diferencias fueron observadas en las muestras de la estación inmediata a la descarga cloacal y en la de los diques. En el primer caso, el número de especies fue muy reducido en ambos muestreos,

registrándose sólo *Keratella cochlearis*, *Keratella americana*, *Filinia longiseta*, *Bosmina tubicen* y larvas de copépodos, siendo dominantes en ambos muestreos nauplios de calanoides y *Keratella americana*.

En el segundo caso hubo más especies presentes y el número de individuos en cada una de ellas fue notablemente mayor.

En cuanto a la diversidad específica (que fuera calculada según Shannon y Weaver) quedó comprendida entre 4,37 y 1,50 bits (límina 3) con sus valores más bajos en el área de la descarga cloacal y en la ribera opuesta a los elevadores de granos. Los valores más altos se registraron en el dique 1 y en la estación 6a (1972) y en las estaciones 6a y 7 (1974).

Los cambios cuantitativos observados fueron más o menos marcados. En épocas de aguas altas (lám. 1) en el tramo superior (estaciones 1 y 2) se registraron valores relativamente considerables (24.950 y 13.860 i/m³, respectivamente), en las estaciones 3 y 4 el número fue un poco menor (8.300 y 11.990 i/m³). Las estaciones 5a y 5b se caracterizaron por presentar el mayor desarrollo del zooplankton (47.560 y 41.480 i/m³) pero carecen de valor comparativo respecto de las restantes estaciones, ya que por sus características se asemejan más a un ambiente lenítico.

En la transección frente a los elevadores de granos, el número de individuos fue descendiendo a medida que se alejaba de la ribera portuaria. En estación 7 el número se incrementó nuevamente (10.360 i/m³); en la transección efectuada frente a la descarga de las cloacas sólo se registró la presencia de organismos en la margen derecha, vale decir en el área más próxima de salida de los líquidos pero el número de individuos fue bajo (5.600 i/m³). Cabe acotar que allí la corriente efectúa un "remanso" por lo que el efecto más directo se sentiría en la margen opuesta a la de la salida del aporte. Aquí el bentos registró un mayor número de organismos indicadores de contaminación (E. de DRAGO, comunicación personal). Aguas abajo, el número de individuos fue aumentando hasta alcanzar sus valores mayores en estación 12 (12.970 i/m³).

En el muestreo realizado en 1974 (aguas medias, lám. 2) la distribución cuantitativa no difirió en líneas generales de la anterior, pero sí se notó una tendencia a uniformarse en los valores de muchas estaciones.

En las transecciones efectuadas frente a los elevadores de granos y desagües cloacales, se volvió a observar un decrecimiento en los valores pero no de manera tan acentuada como en el muestreo anterior (12.200, 11.500 y 7.850 i/m³ en las estaciones 6a, 6b y 7 y 5.000, 2.800 y 1.350 i/m³ en 8a, 8b y 8c, respectivamente).

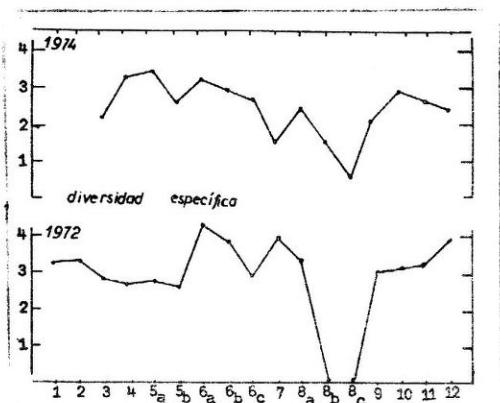


Lámina 3: Diversidad específica del zooplancton a lo largo del río estudiado.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Si bien se efectuaron sólo dos muestreos, las características hidrológicas dispares que se registraron en ambos, nos permitieron realizar algunas observaciones que resultan de interés dentro del actual estado de conocimiento de la ecología del zooplancton de ambientes lóticos del Paraná Medio.

Es de hacer notar el gran número de especies registradas en el primer muestreo respecto de las halladas en el segundo, por cuanto el mismo se realizó en época de aguas altas. Diversos autores (KOFOID, 1908 entre los primeros) han señalado el relevante papel de colector que adquieren los ríos cuando se incrementa su caudal y velocidad de corriente. Probablemente un gran número de las especies registradas en 1972 fueron expoliadas de los ambientes lóticos aledaños e incorporadas a su cauce. Dicho fenómeno al parecer, no se repite cuando en diciembre del año 1974 el nivel hidrológico y velocidad de corriente del río se ven reducidas a casi la mitad.

Resulta conocido que un tiempo de residencia mayor en un lugar favorece la prosperidad del plancton y por lo tanto se considera a la velocidad de la corriente como inversamente proporcional

a la producción del mismo (REINHARD, 1931). El incremento registrado en el zooplancton de los diques, se debería a que éstos, por sus características, se asemejan más a un ambiente lenítico, con un tiempo de residencia mucho mayor que en otras estaciones, que a uno de tipo lótico. Además sus aguas se encuentran enriquecidas por aportes de materia orgánica a través de desagües pluviales y filtraciones cloacales (dique 1), los que en ambientes leníticos favorecen el desarrollo de organismos de régimen detritívoro, principalmente Rotíferos. Aquí la especie dominante fue *Filinia longiseta*, señalada por otros autores (PEJLER, 1972) como especie muy frecuente en ambientes eutroficados y que oportunamente fuera registrada en una cuenca de la ciudad de Santa Fe con tales características tróficas (JOSE de PAGGI, en prensa).

En la transección efectuada frente a los elevadores de granos, la mayor densidad del zooplancton se registró en la estación más próxima a ellos y la menor en la ribera opuesta, debido, probablemente, a que allí se crea una zona de arrastre hacia el canal de acceso al río Paraná.

En el área inmediata al desagüe cloacal se registró un marcado descenso en el número de organismos. En cuanto a su composición específica, no podemos evidentemente hablar de especies adaptadas, ya que la velocidad de la corriente es lo suficientemente alta como para determinar un tiempo de residencia muy bajo de los organismos. No podrían entonces surgir especies adaptadas a esos cambios de ambiente, como sucede en las cuencas leníticas, donde el tiempo de permanencia, permite que en la evolución de la biocenosis se produzca un proceso de selección de especies, en el que se ven favorecidas aquellas que en el nuevo ambiente encuentran las condiciones favorables para su supervivencia. Además, la longitud del recorrido afectado es muy corta por cuanto las aguas del afluente se diluirían rápidamente debido al caudal del río. Se registró sí la presencia de *Lecane lunaris*, considerado como un indicador biológico de zonas mesoaprobias (MARGALEF, 1969) pero fue hallado en un número bajo por lo cual su presencia probablemente no tenga valor significativo.

En dicha área del desagüe se observó también un marcado descenso de la diversidad específica, lo cual es considerado por algunos autores (ALLANSON & GIESKES, 1961; MARGALEF, 1974) como un buen indicador de contaminación. Al igual que lo registrado en el zooplancton de ríos con evidentes fenómenos de contaminación (HARTLAND-ROWE & WRIGHT, 1975), los valores de la diversidad específica van desde 0, en los lugares más próximos a los aportes, hasta elevarse a cierta distancia (2.000 m en nuestro caso) a valores semejantes a los de las zonas desprovistas de acción antropógena. Este aumento de la diversidad, como así también de la densidad de los organismos, difícilmente podría ser considerado como un fenómeno de recuperación de las poblaciones, estrictamente hablando, ya que

dada la velocidad de la corriente, la distancia en tiempo es demasiado corta para un incremento por reproducción (28 y 51 minutos aproximadamente en el primer y segundo muestreo). En el caso de la estación 12 la causa del incremento debería buscarse en los aportes que realiza el río Salado al incorporar sus aguas al cauce del río Santa Fe.

En la literatura se ha discutido reiteradamente en qué medida son sensibles las poblaciones zooplanctónicas de aguas corrientes a los aportes contaminantes y si ellas poseen valor indicativo del estado sanitario de las aguas. Rai (1974) encuentra un decisivo incremento de Rotíferos en las secciones contaminadas del río Yamuna, India, pero ello ocurre en un lugar que dista 1 km de la boca de desagües de aguas servidas, en época de bajante y con una corriente muy lenta.

Cabe consignar además, que se trata de un río con un zooplancton abundante (4.025 individuos por litro, promedio de 2 años) comparado con los ambientes lóticos del Paraná Medio (JOSE de PAGGI, inédito). Rai considera entonces, que el incremento en las poblaciones de Rotíferos puede ser usado como un indicador de las condiciones sanitarias del río. Hartland-Rowe y Wright (1975) consideran que el zooplancton constituye un elemento indicador de contaminación a través de los descensos en la diversidad específica, en el río Hay (Canadá), afectado por efluentes cloacales.

Resulta evidente que dado el gran caudal del río Santa Fe, su velocidad de corriente, su régimen hidrológico y los bajos valores del zooplancton comparados con otros ríos investigados, el problema se presenta de una manera diferente.

Si bien lo que aquí se considera no tiene carácter conclusivo en modo alguno, podemos tener en cuenta que ni numérica ni cualitativamente el zooplancton acusó el aporte de la zona portuaria, a excepción de los diques, en tanto que con respecto a la zona de descarga cloacal se observó un trecho de aproximadamente 2.000 metros aguas abajo, con valores inferiores al tramo superior.

Si bien es muy discutido si la contaminación afecta negativa o positivamente la abundancia del zooplancton en ambientes lóticos (WIEBE, 1928; REINHARD, 1931; GALOWIN, 1971) en nuestro caso lo observado es que en los dos muestreos realizados con condiciones hidrológicas distintas, se dió el mismo fenómeno de disminución numérica, aguas abajo de la zona de aportes cloacales. Probablemente, el efecto negativo se debería más bien al cambio repentino de condiciones ambientales y el escaso tiempo de residencia de los organismos en el lugar impediría que prosperaran ciertas especies que, potencialmente, podrían ser favorecidas. Evidentemente, las pocas especies que se mantienen tendrían su potencial de supervivencia ligado a su capacidad de resistir cambios bruscos del ambiente; tal sería el caso de los estadios larvales de Cíclidos, particularmente.

DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES REGISTRADAS

- a: promedio de la densidad del zooplancton en i/m^3 de las estaciones con aportes.
 b: promedio de la densidad del zooplancton en i/m^3 de las estaciones sin aportes.
 c: promedio de la densidad del zooplancton en i/m^3 de las estaciones ubicadas en los diques 1 y 2.

- + = 1-100 i/m^3
 ++ = 101-500 i/m^3
 +++ = 501-1000 i/m^3
 ++++ = más de 1000 i/m^3

	XII-1972			XII-1974		
	a	b	c	a	b	c
<i>Keratella cochlearis</i>	+	++	+++	++	+++	
<i>Keratella americana</i>	+	++++	+++	++	++++	+++
<i>Keratella lenzi</i>		+			+	
<i>Keratella tropica</i>	+	++	++	+	+++	++++
<i>Brachionus caudatus austrogenitus</i>	+		+	++	++++	++
<i>Brachionus caudatus personatus</i>	++	++++	++++	++	++++	++++
<i>Brachionus caudatus insuetus</i>					+	+
<i>Brachionus calyciflorus</i>	+	++	++			
<i>Brachionus havanensis</i>					+	
<i>Brachionus quadridentatus</i>		+				
<i>Brachionus angularis</i>		+				
<i>Brachionus falcatus</i>		+				
<i>Lecane leontina</i>	+	+	+		+	
<i>Lecane lunaris</i>	+					
<i>Monostyla bulla</i>	+					
<i>Trichocerca</i> sp.	++	+++	++++		+	+++
<i>Trichocerca</i> cf. <i>rattus</i>	++	+++	+++			
<i>Polyarthra trigla</i>	++	+++	++++	++	+++	+++
<i>Synchaeta</i> sp.	+	++	++			

	XII-1972			XII-1974		
	a	b	c	a	b	c
<i>Ploesoma truncatum</i>	+	+				
<i>Testudinella pattina pattina</i>	+	+				
<i>Pompholix complanata</i>		+				
<i>Filinia longiseta</i>	++	+++	++++	+	++++	+++
<i>Hexarthra</i> sp.		+	+			
<i>Conochilus natans</i>		+				
<i>Conochilus unicornis</i>	+	+				
<i>Conochiloides coenobasi</i>	+	+	+			
<i>Ascomorpha</i> sp.	+	+	++			
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>		+				
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	+	+		+	+	
<i>Diaphanosoma</i> sp.	+	+				
<i>Diaphanosoma neotropicum</i>		+				
<i>Ceriodaphania</i> cf. <i>pulchella</i>	+					
<i>Moina micrura</i>		+		+	++	+
<i>Bosmina tubicen</i>	++	++++	++	++	+++	+
<i>Bosminopsis deitersi</i>	++	+++	++++		+	
<i>Kurzia lattissima</i>	+					
<i>Euryalona</i> sp.	+					
<i>Chydorus</i> sp.	+					
<i>Notodiaptomus isabellae</i>						+
<i>Diaptomus anisitsi</i>	+	+		+	+	
<i>Notodiaptomus incompositus</i>	+					
<i>Acanthocyclops</i> sp.	+	+				
<i>Copepodites cyclopidos</i>	++	++	+	+	+	
<i>Nauplios cyclopidos</i>	+++	++++	++++	+	++	
<i>Copepodites calanoides</i>	++	+++	++++	++	+	+
<i>Nauplios calanoides</i>	++	++++			+	

BIBLIOGRAFIA

- ALLANSON, B. R. y J.M.T.M. GIESKES.- 1961. Investigation into the Ecology of Polluted Inland Waters in the Transvaal. *Hydrobiologia* 18: 1-94.
- DI PERSIA, D.; I. EZCURRA de DRAGO y A.A. BONETTO.-1973. Fauna bentónica y áreas saprobióticas en ambientes lóticos de Santa Fe. II Jornadas Arg. de Ecología. Salta, abril de 1973.
- GOLOWIN, S.-1971. Indicator value of bioeston and periphyton for evaluation of pollution degree of flowing waters. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 18: 367-379.
- HARTLAND-ROWE, R. y P.B. WRIGHT.- 1975. Effects of sewage effluent on a swampland stream. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 19: 1575-1583.
- JOSE de PAGGI, S.- 1975. Distribución espacial y temporal del zoo plancton de un cuerpo de agua eutrófico. *Physis* (en prensa)
- KOFOID, C.- 1908. The plankton of the Illinois River 1894 - 1899. Part II. Constituent organisms and their seasonal distribution. *Bull. Illinois State Lab. Nat. Hist.*, 8: 3-361.
- MARGALEF, R.- 1969. El concepto de polución en limnología y sus indicadores biológicos. *Docum. de Invest. Hidrológica "Agua"*, supl. 7: 104-133.
- _____ - 1974. *Ecología*. Omega, Barcelona. 951 pp.
- PEJLER, B.-1972. Rotifer plankton on brackish and freshwater localities in Central Sweden. *OIKOS* 23: 416-419.
- RAI, H.- 1974. Limnological studies on the River Yamuna at Delhi, India, Part. II. The dynamics of potamoplankton populations in the River Yamuna. *Arch. Hydrobiol.* 73 (4): 492-517.
- REI HARD, E.- 1931. The plankton ecology of the Upper Mississippi, Minneapolis to Winona. *Ecol. Monogr.* 1 (4): 395-465.
- STANGENBERG, M. y A. LENARDON.- 1970. Determinación del BOD en algunas aguas superficiales de las zonas de Santa Fe. *Rev. Fac. Ing. Quím. Univ. Nac. Lit., Santa Fe, Argentina* 39: 435-439.
- TESSI, M.A. y A. MIR.- 1970. Determinación de los microorganismos en el agua y sedimento de la cuenca del Paraná medio (zona Santa Fe-Paraná). *Rev. Fac. Ing. Quím. Univ. Nac. Lit., Santa Fe, Argentina*, 39: 149-168.
- TESSI, M.A.; M.C.E. LURA; F.G. GODOY; M. MINETTI; R.C. RAFAGHELLI de RAMON y A.L. MIR.-1972. Bacterias indicadoras de contaminación en las aguas y sedimentos de la cuenca del Paraná medio (zona Santa Fe-Paraná). *Rev. Fac. Ing. Quím. Univ. Nac. Lit., Santa Fe, Argentina*, 40: 81-98.

WIEBE, A.H.- 1928. Biological survey of the Upper Mississippi River with special reference to pollution. *Bulletin of the Bureau of Fisheries*, 43: 137-167.

AGRADECIMIENTOS

La autora desea expresar su agradecimiento a la Prof. Inés Ezcurra de Drago por sus sugerencias y el haber suministrado su trabajo inédito sobre la comunidad bentónica del río Santa Fe. Al Dr. Raúl A. Ringuelet y al Prof. Juan C. Paggi por la lectura crítica del manuscrito.