

CARACTERISTICAS LIMNOLOGICAS DEL RIO PARANA Y SUS PRINCIPALES TRIBUTARIOS EN EL TRAMO GOYA-DIAMANTE. LOS SEDIMENTOS DE FONDO Y SU FAUNA *

H. Bertoldi de Pomar **, C. Copes ***, J. Ezcurra de Drago ** y
M. Marchese ****

Instituto Nacional de Limnología
J. Maciá 1933 - 3016 Santo Tomé (Santa Fe)
Argentina

RESUMEN

Bertoldi de Pomar, H. et al - 1986. Características limnológicas del río Paraná y sus principales tributarios en el tramo Goya-Diamante. Los sedimentos de fondo y su fauna. Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, 17 (1): 79 - 97.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de conocer las relaciones entre algunos caracteres físico-químicos del agua y de los sedimentos de fondo y su fauna asociada en un sector del río Paraná medio y principales tributarios.

Las muestras de bentos y sedimentos se extrajeron simultáneamente en el centro y riberas de los cauces, con una draga "Tamara" (de 440 cm²), a lo largo de 440 km en el cauce principal del Paraná (entre Goya y Diamante); en sus cauces secundarios y en los tributarios más importantes de dicho tramo.

En el cauce principal se registraron los sedimentos más gruesos, con menor contenido en materia orgánica y sales, con un pH que varió entre 6,3 y 7,6, con la mayor densidad (ind.m⁻²), menores valores de biomasa y diversidad específica del bentos. *Narapa bonettoi* fue dominante. Los sedimentos mostraron variaciones longitudinales: mejor selección granulométrica y aumento del contenido de materia orgánica aguas abajo, cambios que no parecen afectar la composición del bentos.

En los cauces secundarios disminuyó el tamaño de los granos y la selección, aumentaron la materia orgánica y el contenido de sales, pH con mayor rango de variación (6,0 - 8,8) y valores más altos de biomasa y diversidad específica en el zoobentos. *Narapa bonettoi* y *Limnodrilus hoffmeisteri* fueron los taxa más importantes.

Entre los tributarios, los de la margen Este mostraron mayores similitudes con el cauce principal y cauces secundarios que los de la margen Oeste. En los primeros, los taxa de mayor relevancia fueron *Aulodrilus pigueti* y *Xenochironomus* sp. y en los segundos *Campsurus* sp., *Xenochironomus* sp. y *Limnodrilus hoffmeisteri*.

Del análisis de correlación múltiple se deduce que los diversos parámetros físico-químicos explican en un alto porcentaje las variaciones de densidad del bentos.

Los resultados del índice de Gower indican una similitud de 0,64 entre los ambientes.

* Trabajo presentado en las II Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral. Paraná, Entre Ríos, agosto 1984. Los autores se citan por orden alfabético.

** Miembro de la carrera del Investigador del CONICET.

*** Profesional Adjunto del CONICET.

****Becaria del CONICET.

ABSTRACT

Bertoldi de Pomar, H. *et al.* 1986. Limnological researches in the Paraná river and its main tributaries between Goya and Diamante. Bottom sediments and zoobenthos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 17 (1): 79 – 97.

This paper examines the relationship between some physical and chemical features of water and bottom sediments and its associate fauna in the middle Paraná river and main tributaries.

Samples were collected in the center and banks with a Tamura dredge of 440 cm².

The most thick sediments with the lowest values of organic matter and salts, pH between 6.3 and 7.6, highest density (ind.m⁻²), minor biomass and specific diversity of the bottom fauna were registered in the main channel. *Narapa bonettoi* was the dominant. A better sediment's selection and an organic matter increase were observed in the longitudinal zonation. Indeed, the bottom fauna didn't change.

The size of particles and its selection decrease, the organic matter and salts contents increase, pH values between 6.0 – 8.8 and the highest biomass and specific diversity of benthos were registered in the secondary channels. *Narapa bonettoi* and *Limnodrilus hoffmeisteri* were dominant.

The correntino-entrerrianos tributaries were more similar with the main and secondary channels that the santafesinos ones. *Aulodrilus pigueti* and *Xenochironomus* sp. were dominant in the correntino-entrerrianos rivers. *Campsurus* sp., *Xenochironomus* sp. and *Limnodrilus* sp. were the most important specie in the santafesinos rivers.

The density and biomass variations were explained in a 67–85 % by the physical and chemical parameters.

The similarity among the environments was 64 %.

INTRODUCCION

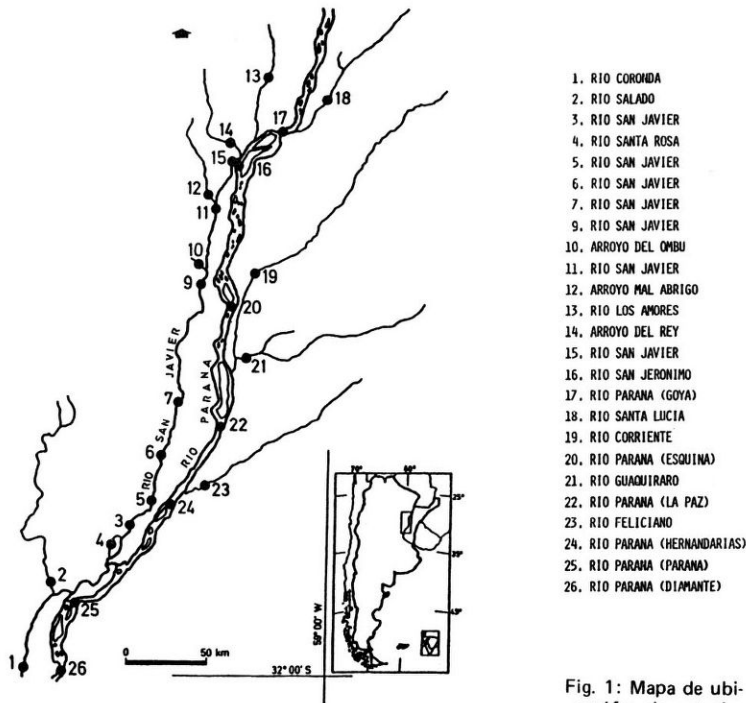
El presente trabajo se realizó con la finalidad de conocer las relaciones entre algunos caracteres físico-químicos del agua y de los sedimentos de fondo con su fauna asociada en un sector del río Paraná. En esta oportunidad se realiza un primer intento, basado en un muestreo exploratorio de carácter extensivo, efectuado durante la campaña limnológica programada por el INALI en 1982, durante un período de aguas altas del río Paraná. De este modo pudo obtenerse una información inédita, que servirá de base a futuros muestreos intensivos destinados a completar el conocimiento que se pretende lograr para tan importante área geográfica del país.

Es de considerar que, si bien en estudios anteriores sobre el zoobentos^{6,12,13} y ¹⁴ se han tenido en cuenta características físico-químicas de los sedimentos, éste constituye el primer antecedente en el país de análisis llevados a cabo en forma conjunta de los sedimentos y su fauna.

MATERIALES Y METODOS

Las muestras fueron extraídas por personal del INALI a lo largo de 440 km del curso del cauce principal del río Paraná, entre las localidades de Goya y Diamante, en sus cauces secundarios y en los tributarios más importantes por ambas márgenes de este trayecto (Fig. 1). Se totalizaron 25 estaciones de muestreo: seis en el cauce principal, diez en los cauces secundarios, discriminados de la siguiente manera: siete en el río San Javier, una en el Santa Rosa, una en el Coronda y una en el Brazo San Gerónimo. En todos los tributarios se estableció una sola estación de muestreo, próxima a su desembocadura en el sistema del Paraná ellas fueron por la margen izquierda (Este), los ríos Santa Lucía, Corriente, Guayquiraró y Feliciano; por la margen derecha (Oeste), los ríos Los Amores, del Rey, Mal Abrigo, del Ombú y Salado.

Los muestreos se realizaron entre el 15/3/82 al 5/4/82, durante un período de aguas altas del río Paraná (nivel en el limnómetro del Puerto de la ciudad de Paraná, E.Ríos, entre 4,79 y 4,55 m).



1. RIO CORONDA
2. RIO SALADO
3. RIO SAN JAVIER
4. RIO SANTA ROSA
5. RIO SAN JAVIER
6. RIO SAN JAVIER
7. RIO SAN JAVIER
9. RIO SAN JAVIER
10. ARROYO DEL OMBU
11. RIO SAN JAVIER
12. ARROYO MAL ABRIGO
13. RIO LOS AMORES
14. ARROYO DEL REY
15. RIO SAN JAVIER
16. RIO SAN JERONIMO
17. RIO PARANA (GOYA)
18. RIO SANTA LUCIA
19. RIO CORRIENTE
20. RIO PARANA (ESQUINA)
21. RIO GUAQUIRARO
22. RIO PARANA (LA PAZ)
23. RIO FELICIANO
24. RIO PARANA (HERNANDARIAS)
25. RIO PARANA (PARANA)
26. RIO PARANA (DIAMANTE)

Fig. 1: Mapa de ubicación de estaciones de muestreo.

Las muestras para el estudio de los sedimentos y fauna bentónica se extrajeron simultáneamente, tomados en el centro y en ambas riberas, con una draga modelo "Tamara" de 440 cm² de superficie.

En cada estación de muestreo se registraron: la batimetría (con sondalesa), velocidad de la corriente (con flotadores), transparencia (con disco de Secchi), pH (con comparador Hellige), conductividad (con conductímetro portátil Beckmann) y la temperatura del agua (con termistor).

Los sedimentos se analizaron en laboratorio, abarcando: caracteres texturales, aspectos petrológicos, su contenido en materia orgánica, en sales, pH y fauna bentónica.

La granulometría de los sedimentos se determinó según técnicas habituales^{1,2} de acuerdo a la escala de Wentworth²² y los resultados se emplearon en la elaboración estadística de los parámetros texturales, media y selección según Folk y Ward⁷:

$$M_z (\text{Media}) = (\phi 16 - \phi 50 - \phi 84) / 3$$

$$G_1 (\text{Selección}) = (\phi 84 - \phi 16) / 4 + (\phi 95 - \phi 5) / 6,6$$

Además se calculó la moda, a partir del histograma de frecuencias relativas. Se aplicó el diagrama de CM Passega¹⁷ para evaluar la competencia de la corriente, donde se relacionan los valores de C: 1 % del material más grueso y la mediana (M) o percentil 50. Para clasificar diferenciadamente los distintos tipos de sedimentos que componen el sustrato de la biota analizada (zoobentos), se empleó el diagrama de Trefethen²⁰, modificado por Bertoldi de Pomar³.

Para el análisis químico de los sedimentos, las muestras fueron secadas a 60°C y molidas a mano. Las muy arenosas se homogeneizaron en un molino a bolas.

La determinación de materia orgánica se efectuó según el método de Schollenbergen (en Jackson⁹) calefaccionando a 130°C durante 20'. Para las muestras con escaso contenido de materia orgánica se usaron soluciones de dicromato de potasio y sulfato ferroso amónico 0,1 y 0,05 normal, respectivamente.

Las sales solubles se determinaron por conductimetría, en una suspensión de sedimento/agua, relación 1:4 previa agitación y después de un contacto de 24 hs. El pH se determinó con peachímetro en una suspensión sedimento/agua, 1:2,5 después de 2 hs. de contacto.

El análisis del zoobentos, en cada punto de muestreo, se realizó en base a muestras duplicadas analizando el total del material. La fauna bentónica identificada a nivel específico corresponde a individuos retenidos en un tamiz de 200 μm de abertura de malla. La densidad se calculó en ind./m² y en mg/m² (peso húmedo, según Bonomi⁴, utilizando una balanza de 0,05mg de sensibilidad, calculada en los taxa de mayor peso). La diversidad específica se calculó según Shannon y Weaver (en Margalef¹⁶) y la dominancia específica de acuerdo a Kownacki¹⁰.

Se calcularon los coeficientes de correlación lineal simple entre pares de variables y la hipótesis de la distribución normal se comprobó de acuerdo al criterio de Pearson. Los datos correspondientes a ambas riberas de biomasa, carbono, arena, arcilla, limo, Secchi y velocidad de la corriente, fueron normalizados por el arco seno hiperbólico y el número de individuos de la ribera izquierda por la raíz cuadrada, mientras que el de la ribera derecha por el seno. Los valores de sales solubles y conductividad fueron normalizados logarítmicamente. Con respecto a los datos del centro, la biomasa, conductividad y sales solubles fueron normalizados logarítmicamente; el número de individuos por la raíz cuadrada; la arena por el seno y limo, arcilla, carbono, velocidad de la corriente y Secchi, por el arco seno hiperbólico. Además se calcularon los coeficientes de correlación múltiple entre la densidad numérica, biomasa, y las variables físico-químicas estudiadas.

Los parámetros físico-químicos del agua y sedimentos y los atributos del zoobentos mensurados, se aplicaron a la obtención del coeficiente de similitud de Grower (en Legendre y Legendre¹¹). Con ellos se confeccionó un dendrograma, según el método de pares ponderados (promedios aritméticos de acuerdo a Sokal y Sneath¹⁹).

RESULTADOS

Caracteres texturales

El análisis de los caracteres granométricos señala las siguientes características y variaciones en lo que hace a los diferentes ámbitos. De acuerdo al diagrama triangular de clasificación y nomenclatura de sedimentos clásticos (Fig. 2), los sedimentos de fondo pueden clasificarse como arenas en la mayoría de los casos, a pesar de lo cual las riberas se diferencian del centro y entre sí, por cuanto, mientras en el centro se encuentran arenas en el 88% de los casos, en la ribera derecha esto ocurre en el 48% y en la ribera izquierda en el 68% de las veces (Fig. 3). Las variaciones de la moda y la media (Figs. 4 y 5) indican que en el cauce principal, cauces secundarios y tributarios de la margen Este, el grado granométrico dominante es el de arenas medianas, seguido del de arenas finas, mientras que en los tributarios de la margen Oeste predominan los limos desde finos a gruesos. Pareciera haber una tendencia a depositar los sedimentos más finos en la ribera derecha y, a la vez, una gradación general de tamaño de grano de mayor a menor, entre tributarios de la margen Este, cauce principal, cauces secundarios y tributarios de la margen Oeste, en ese orden.

Además, los sedimentos mejor seleccionados, con valores inferiores a 0,5, resultaron ser en su mayoría los del centro del cauce y, en particular, los cauces principal y secundarios en los cuales mejora notablemente aguas abajo como resultado del deca-

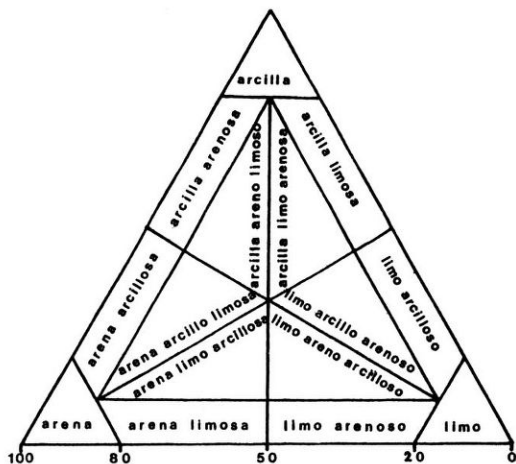


Fig. 2: Diagrama de clasificación y nomenclatura de sedimentos clásticos, de Trefethen²⁰ modificado por Bertoldi de Pomar²

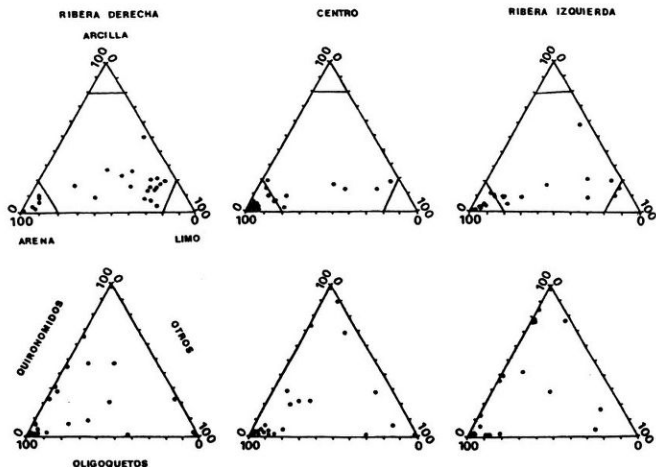


Fig. 3: Clasificación textural de las muestras, (según el diagrama de la Fig. 2) y su relación con la fauna bentónica.

miento de la competencia de la corriente en el mismo sentido (Fig. 6). En los restantes casos los valores obtenidos (mayores a 0,5) coincidirían con los asignados por Friedman⁸ a arenas de costas y dunas de lagos, o lo que es lo mismo, a ambientes con variaciones notables en su comportamiento hidráulico. En lo que respecta a las riberas, con pocas excepciones, la selección es muy pobre, situación previsible por cuanto es allí donde más se hacen notar las fluctuaciones del nivel hidrométrico y de la velocidad de la corriente.

Resulta interesante aplicar el diagrama CM (Fig. 7) ideado por Passega¹⁷, para establecer las relaciones entre la textura de un sedimento y el proceso de su depositación en base a los parámetros C (que representa el 10/o del material más grueso o percentil 1) y M (que representa la mediana o percentil 50). Las áreas de distribución de los puntos graficados sobre papel logarítmico, determinan patrones que ayudan a medir la competencia de la corriente en los diferentes ámbitos acuáticos que se investigan. En nuestro caso, las resultantes son: la que corresponde al cauce principal, coincide con el diagrama patrón de Passega para ríos o corrientes de tracción. Sin embargo, es de notar que las muestras del centro se agrupan en el sector asignado a la máxima competencia abarcando partículas que sólo excepcionalmente pueden ser llevadas en suspensión, predominando las que hacen por saltación y rodamiento; en cambio los puntos que co-

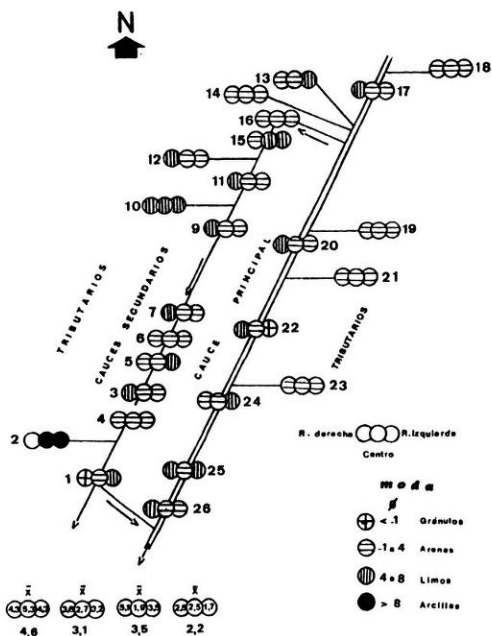


Fig. 4: Distribución de la moda en el tramo estudiado.

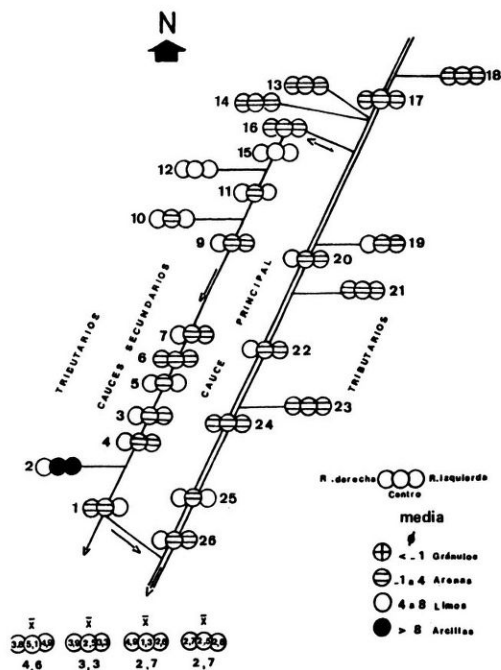


Fig. 5: Distribución de la media en el tramo estudiado.

responden a muestras de las riberas se distribuyen en el área que corresponde a sectores protegidos, con baja turbulencia, donde las partículas son transportadas fundamentalmente en suspensión. En los restantes diagramas los puntos se dispersan configurando áreas elípticas más amplias, con excepción de los tributarios por la margen Este. En éstos, parecen corresponder en su totalidad a materiales transportados por tracción por corrientes de marcada turbulencia; teniendo en cuenta solamente los puntos del centro del cauce se repite el modelo del cauce principal (Fig. 7 – línea cortada), si bien menos expandido para los sedimentos más finos.

Aspectos petrográficos

Las primeras observaciones practicadas en las fracciones más gruesas señalan algunas características composicionales dignas de destacarse. En el cauce principal casi todas las partículas son monominerales y las de mayor tamaño corresponden a cuarzo o a calcedonia, a veces acompañadas por rodaditos de arenisca blanca o rojiza. En los cauces secundarios, con excepción del río Coronda, son comunes y abundantes las concreciones de hierro de formas botrioidales, radicales, ramificadas o no, o simplemente irregulares. En los cauces del extremo norte del sector estudiado (13, 15, 17, 20 y 22)

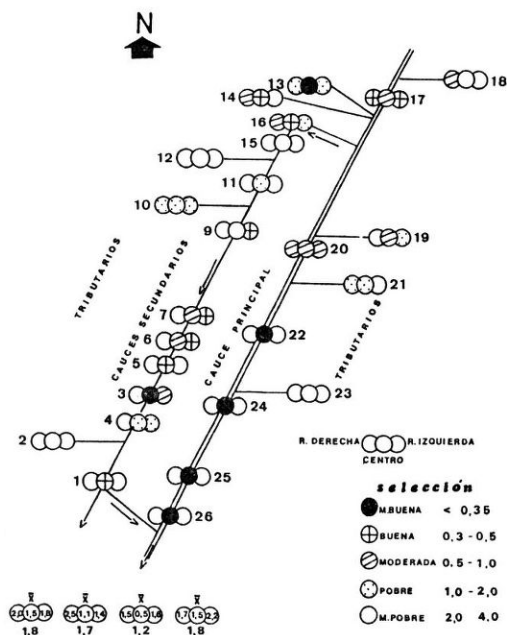


Fig. 6: Distribución de la selección en el tramo estudiado.

aparecen rodaditos de arcillas más o menos consolidadas de color gris verdoso. Por último, en el río Coronda se registraron tosquillas calcáreas de hasta 32 mm de diámetro mayor, lo que le asigna una característica particular dentro del conjunto de ambientes analizados en este estudio.

Contenido en materia orgánica, sales y pH

El contenido en materia orgánica total (Fig. 8) es, en promedio, de 6,5 mg/100 g sed. y prácticamente constante en todo el recorrido para el centro del cauce principal y de 330 mg/100 sed. promedio, en aumento aguas abajo para las riberas en una relación 51:1 respecto al centro. Otro tanto pasa con las sales solubles aunque con aumentos menos marcados aguas abajo, esta vez en relación ribera-centro 3:1. El pH oscila entre 6,3 y 7,6 de tal modo que los promedios de los tres ámbitos difieren en no más de 0,3 unidades.

Los cauces secundarios tienen un comportamiento similar al principal con un contenido en valor absoluto y promedio mayor que este último y con una diferenciación más marcada entre los perfiles de aguas arriba (el San Gerónimo es el más parecido al cauce principal) y los de aguas abajo (el Coronda es el más diferente con un pH de 8,8 en su margen derecha atribuible a la presencia de tosquillas de carbonato de calcio). El pH muestra una variación mayor para sus valores extremos (6,0 a 8,8) y los promedios correspondientes una variación de una unidad de pH.

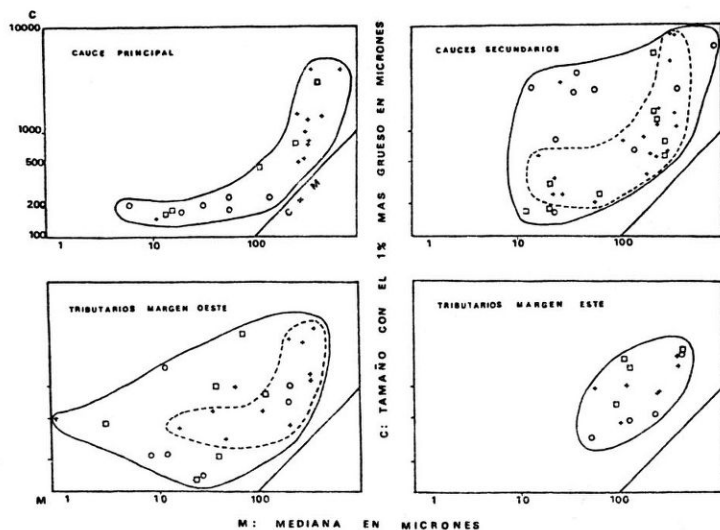


Fig. 7: Diagrama CM (Pasiega, 1957). Relación tamaño máximo (C) y medio (M) de los granos. □ : Ribera izquierda. + : Centro. ○ : Ribera derecha.

Los tributarios de la margen Este no muestran, en las secciones estudiadas, una distribución de la materia orgánica y de las sales solubles como en los casos anteriores, pero comparando estos parámetros con las velocidades de la corriente respectivas vemos que esto es así en aquellos perfiles donde la misma es mínima o prácticamente nula. El pH acusa una variación semejante a la del cauce principal.

Los tributarios de la margen Oeste tienen un mayor contenido en materia orgánica y sales solubles que los de la margen Este y como en el caso de éstos, la escasa velocidad de la corriente no permite una diferenciación entre las riberas y el centro del cauce. El pH es en general el más alto del sistema.

Fauna bentónica

El número de taxa representados fue de 63, siendo los oligoquetos y quironómidos los grupos de mayor importancia, tanto en diversidad específica como densidad. Los primeros constituyeron el 54% y los segundos el 23% del total de individuos.

El número de individuos/m² osciló entre 0 y 3.864, siendo alcanzado el máximo en el centro del río Coronda. La mayor densidad numérica (Fig. 8) fue registrada generalmente en el centro del cauce principal y cauces secundarios, en puntos con sedimentos arenosos y muy bajos porcentajes de materia orgánica. Estos valores fueron alcanzados, fundamentalmente, por una sola especie (*Narapa bonettoi*), que consideramos típica de estos sedimentos.

BIOMASA (mg·m⁻²)

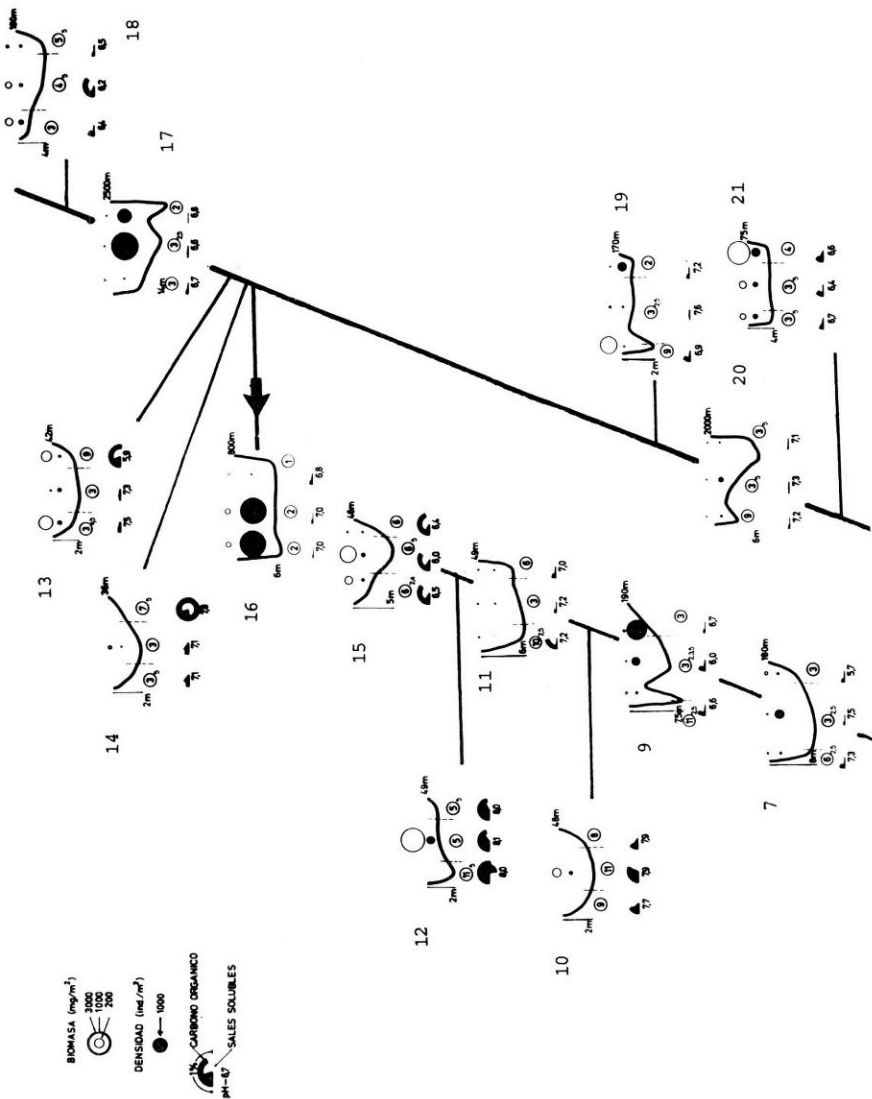
1000
500
200

DENSIDAD (ind·m⁻²)

1000

1% CARBONO ORGANICO

PM-47 SALES SOLUBLES



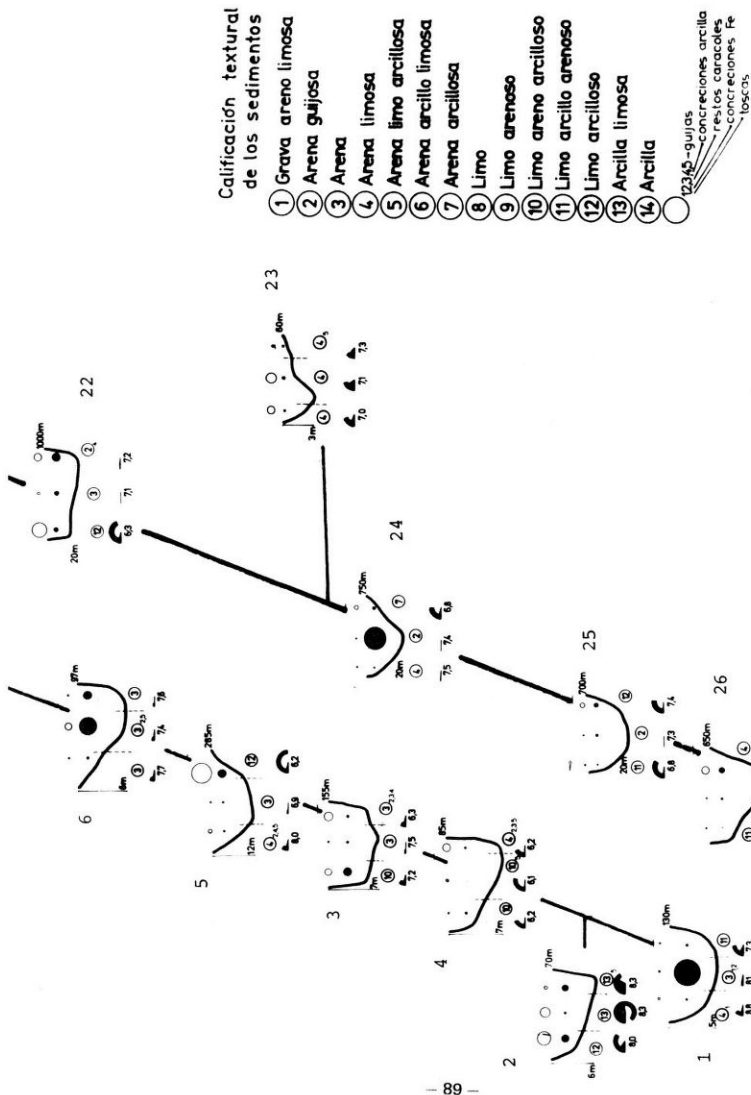


Fig. 8: Perfiles batimétricos, caracteres texturales de los sedimentos, contenido en materia orgánica, sales solubles, pH y densidad de la fauna bentónica.

Los valores de biomasa oscilaron entre 0 y 4 g/m², siendo este valor alcanzado en el centro del arroyo Malabrigo. Las cifras más bajas fueron dadas en el cauce principal con un incremento en los cauces secundarios y las máximas en los tributarios de ambas márgenes, coincidentemente con los más altos contenidos de materia orgánica. Los taxa de mayor biomasa fueron: *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Eiseniella tetraedra*, *Xenochironomus* sp. y *Campsurus* sp.

En las transecciones del cauce principal (Fig. 9) se observó una baja riqueza específica y solo *Narapa bonettoi* es de presencia constante. Los cauces secundarios presentaron una estructura bastante similar a la de los tributarios de la margen Este, con mayor riqueza específica. En los primeros, los de mayor relevancia fueron *Narapa bonettoi* y *Limnodrilus hoffmeisteri* mientras que en los segundos *Aulodrilus pigueti* y *Xenochironomus* sp. En los tributarios de la margen Oeste, se advirtió una notable disminución en la riqueza específica. Los taxa mejor representados fueron *Campsurus* sp., *Xenochironomus* sp. y *Limnodrilus hoffmeisteri*.

En el centro de todos los cauces (Fig. 3) la presencia de Oligoquetos (fundamentalmente *Narapa bonettoi*), fue mayor en sedimentos arenosos, disminuyendo a favor de los Insectos y grupos restantes en la medida en que se reduce el tamaño de los granos del sedimento. Se observó, a su vez, algo semejante en la ribera izquierda. En algunos puntos, con una dominancia compartida de Oligoquetos y Quirónómidos y en la ribera derecha, aunque en menor escala y con una participación más equitativa de los distintos taxa.

En lo que respecta a diversidad (Fig. 10), los valores oscilaron entre 0 y 3,08

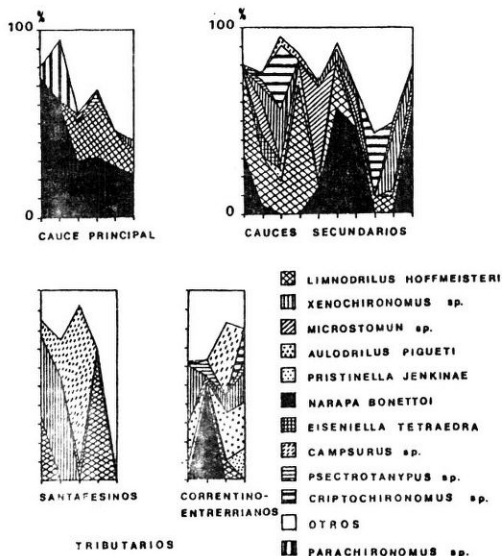


Fig. 9: Estructura del zoobentos (expresada en porcentaje relativo) en cauces principal, secundarios y tributarios de ambas márgenes.

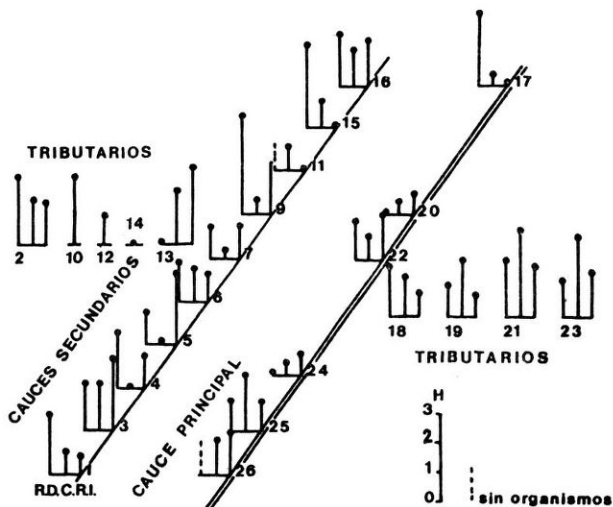


Fig. 10: Valores de diversidad específica en los perfiles analizados.

bits, alcanzándose los mayores en el río San Javier y en algunos tributarios de la margen Este. Los valores menores se registraron en el cauce principal y en algunos tributarios de la margen Oeste.

Los resultados de la aplicación del índice de dominancia, se dan a conocer en el Cuadro 1.

Considerando los principales atributos de las poblaciones estudiadas (densidad y diversidad específica), (Cuadro 2), en relación con los factores ambientales, se observa sólo una relación significativa e inversa entre el número de individuos y composición granométrica del sedimento. La biomasa muestra una relación significativa y directa con la granometría, materia orgánica y con el pH del agua. La diversidad específica, inversa con la velocidad de la corriente y directa con el pH del agua y con el O_2 disuelto.

De los resultados del análisis de correlación múltiple (Cuadro 3) se deduce que los diversos parámetros físicos y químicos considerados, explican en un alto porcentaje las variaciones de la densidad, tanto en número como en biomasa.

El análisis de similitud entre los ambientes revela un alto grado de afinidad (0,64) (Fig. 11). No obstante se advierten algunos agrupamientos:

Grupo A: representado por 5 estaciones que corresponden al tramo inferior del río San Javier, no influenciadas directamente por afluentes.

Grupo B: formado por algunos puntos del cauce principal, dos del San Javier y el río Corriente.

Cuadro 1
Composición del zoobentos en cada grupo de ambientes de acuerdo al índice de dominancia.

	C.P.	C.S.	T.M.I.	T.M.D.
<i>Microstomum</i> ? sp.	9,450	5,840	0,140	0,060
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	1,140	0,500	0,890	19,000
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	0,060	0,020		
<i>Aulodrilus pigueti</i>	0,009	0,360	11,000	
<i>Paranadrilus descolei</i>	0,110			
<i>Tubificidae</i> sp. II		0,008		
<i>Narapa bonettoi</i>	39,500	17,000	4,500	
<i>Haptotaxis</i> cfr. <i>gordiioides</i>	0,550	0,060		
<i>Eiseniella tetraedra</i>	0,020	0,330	0,030	
<i>Dero</i> (<i>Dero</i>) <i>palmata</i>			0,060	
<i>Dero</i> (<i>Dero</i>) <i>obtusa</i>				0,060
<i>Dero</i> (<i>Aulophorus</i>) <i>aff. gravelyi</i>			0,060	
<i>Pristinella osborni</i>		0,220	1,500	
<i>Pristinella jenkiniae</i>		0,020	1,030	0,210
<i>Pristina proboscidea</i>		0,007	0,100	
<i>Trieminentia conderoi</i>		0,001		
<i>Parachironomus</i> sp.	0,040	0,040		
<i>Coelotanytus</i> sp.	0,040		0,100	
<i>Xenochironomus</i> sp.		0,860	4,050	12,000
<i>Polypedilum</i> sp.			0,200	0,430
<i>Psectrotanytus</i> sp.		0,100	0,680	0,640
<i>Pseudochironomus</i> sp.		0,110	0,340	0,110
<i>Criptochironomus</i> sp.		0,020	0,890	0,550
<i>Abblasbemya</i> sp.		0,003		
<i>Corynoneura</i> sp.		1,440		
<i>Chironomus domizii</i>			0,030	0,060
<i>Campsurus</i> sp.		0,170	4,290	13,000

Dominantes (10-100); Subdominantes (1-9, 99); No dominantes A (0,1 - 0,99); No dominantes B (0-0,099). C.P. = Cauce Principal. C.S. = Cauces Secundarios. T.M.I. = Tributarios Margen Izquierda. T.M.D. = Tributarios Margen Derecha.

Cuadro 2

Valores de los coeficientes de correlación lineal simple (r) hallados entre los parámetros evaluados.

	R. I.	C.	R. D.		R. I.	C.	R. D.
r 1,2			0,41	r 7,8	0,79*	0,92*	
r 1,8	-0,40			r 7,9	0,58*	0,56*	0,47*
r 1,9		-0,43		r 7,10	-0,55*		
r 1,10		-0,39		r 7,11	0,70*	0,80*	
r 2,7		0,68*		r 7,12	0,57*	0,79*	0,39
r 2,8		0,55*		r 7,17	-0,42	-0,54*	-0,52*
r 2,11		0,53*		r 8,9	0,61*	0,74*	0,74*
r 2,12		0,61*		r 8,10	-0,63*		-0,71*
r 2,15	-0,42			r 8,11	0,78*	0,75*	0,80*
r 3,4	-0,52*	-0,47		r 8,12	0,67*	0,73*	0,80*
r 3,6	-0,56*		-0,57*	r 8,17	0,43	-0,51*	
r 3,7	-0,41	-0,42		r 9,10	-0,92*		-0,81*
r 3,8	-0,49*			r 9,11	0,73*	0,39	0,78*
r 3,11	-0,51*			r 9,12		0,45	0,60*
r 3,12	-0,44			r 9,17		-0,57*	
r 3,15			-0,52*	r 10,11	-0,75*		-0,87*
r 3,17	-0,74*		0,60*	r 10,12			0,39
r 4,15		0,50*		r 11,12		0,60*	0,41
r 4,16		0,55*		r 12,14			0,42
r 5,6		0,61*		r 12,17	-0,47		
r 5,7			0,44*	r 13,15	-0,54*	-0,52*	-0,56*
r 5,12			0,52*	r 14,17	-0,54*	-0,54*	-0,54*
r 5,14			0,51*	r 15,16	0,68*		0,69*
r 5,15	0,43						
r 5,17			-0,43				
r 6,7	0,76*		0,72*				
r 6,8	0,63*						
r 6,9	0,46						
r 6,10	-0,41		0,50*				
r 6,11	0,60*						
r 6,12	0,63*						
r 6,17	-0,51*		-0,69*				

R.I. = Ribera Izquierda C. = Centro. R.D. = Ribera Derecha.

1. Ind. m^{-2} - 2. $mg\ m^{-2}$ - 3. Velocidad - 4. H. - 5. pH sedimentos - 6. Sales solubles - 7. Mat. orgánica - 8. Arcilla. - 9. Limo - 10. Arena - 11. Media - 12. Selección. 13. Secchi - 14. Temperatura - 15. pH - 16. O_2 - 17 Conductividad.*Altamente significativas ($p < 0,01$).

Cuadro 3
Valores de los coeficientes de correlación y determinación múltiple.

	R. I.		C.		R. D.	
	R	R ²	R	R ²	R	R ²
índ. m ⁻²	0,82	67%	0,88	77%	0,86	74%
mg. m ⁻²	0,81	66	0,88	77	0,92	85

R.I. Ribera Izquierda. C. Centro. R.D. Ribera Derecha.

Grupo C: formado por los tributarios restantes de la margen Este que se unen al B cuya similitud ya había sido observada al analizar los sedimentos y su fauna.

Grupo D: formado por los restantes puntos del cauce principal y el brazo San Gerónimo de reconocidas características físicas y químicas similares al anterior.

Grupos E, F y G: constituídos por tributarios de la margen Oeste, río Coronda y perfil de la naciente del río San Javier, los que presentan características físico-químicas particulares por la cuenca de drenaje que les da origen e incluso algunos de ellos con una marcada contaminación antropica detectada "in situ" durante la campaña de muestreo.

DISCUSION

Con respecto a los caracteres texturales, el análisis comparativo de estos resultados con los estudios anteriores practicados en el cauce principal durante el estado hidrológico opuesto (aguas bajas)², y en una sección del río durante un período prolongado³, indica situaciones similares en particular para los materiales del centro del cauce. Ello permite admitir que el efecto producido por la corriente sobre los sedimentos no sufre variaciones fundamentales entre ambos estados del río. Esto también se pudo observar en el contenido de carbono en el cauce principal⁵.

Con respecto a la densidad del zoobentos los resultados son comparables a los registrados en otra oportunidad¹⁴, no obstante fue menor, tanto en número como en biomasa. Además fue menor a la hallada en el cauce principal en muestreos intensivos^{12,13} previos.

Se observó respecto al muestreo anterior¹⁴ un incremento en el número de taxa con un aumento porcentual de Oligoquetos y Quironómidos en relación a los grupos restantes, alcanzando los primeros los mayores valores en el cauce principal y los segundos en los cauces secundarios y tributarios, fundamentalmente en los de la margen Oeste.

En general los mayores valores de biomasa se dieron en las riberas de los distintos cauces, coincidiendo con los registros más altos de materia orgánica.

Es de destacar que el curso Nro. 14 constituye una excepción a lo antedicho porque se registró además de baja densidad, baja diversidad, por tratarse de un ambiente marcadamente influenciado por desechos industriales.

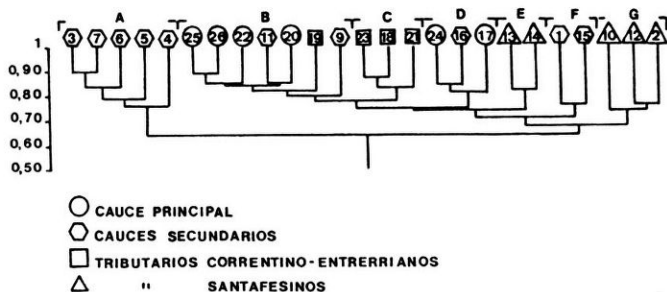


Fig. 11: Dendrograma de los coeficientes de similaridad obtenidos sobre los valores de todos los parámetros físicos, químicos y biológicos analizados.

Los valores de diversidad específica fueron similares a los ya registrados en los mismos ambientes¹⁴.

En cuanto a la calidad del bentos de fondos arenosos, en este tramo del cauce principal del Paraná se obtuvieron resultados coincidentes con los de estudios anteriores^{6,14}, así como en sedimentos similares del cauce principal del Alto Paraná²¹. El elenco de especies dominantes y subdominantes en los distintos cursos, es prácticamente el mismo, al observado anteriormente¹⁴, con solo algunas variaciones marcadas cuales son los casos de no haberse registrado la presencia de *Hydra* sp. que anteriormente había sido subdominante y la dominancia en el presente muestreo de *Campsurus* sp.

Del análisis de la influencia de los factores ambientales sobre el zoobentos, se corrobora una vez más la incidencia de: composición granométrica y calidad química de los sedimentos, velocidad de la corriente, oxígeno disuelto y pH del agua.

El tratamiento conjunto de las variables analizadas explican en un 65 – 85 % las variaciones de la densidad tanto en número como en biomasa.

Por lo que se refiere al cauce principal, los resultados son coincidentes con observaciones anteriores^{12,13}. De lo antedicho se puede expresar que en el cauce principal por la considerable uniformidad de las condiciones ambientales a lo largo del tramo estudiado, resulta una fauna cualitativamente pobre, dándose simultáneamente un incremento en el número de Oligoquetos tal como fue observado en el río Lyna²³. La existencia de una fauna típica en toda la faja central sería la consecuencia de un sedimento con características físicas y químicas uniformes, resultante de un gran caudal y alta velocidad de la corriente. De tal modo puede desarrollarse solamente una fauna adaptada tanto a la textura del sedimento, como a las posibilidades tróficas que él brinde. Así se explica que en algunos puntos de cauces secundarios y tributarios, con idénticas características granométricas de los sedimentos, se observa una composición cualitativa distinta del bentos debido a un menor caudal y velocidad de la corriente, que permiten una mayor depositación de materia orgánica y consecuentemente, mayor fuente de alimentos.

AGRADECIMIENTOS

A los Licenciados Luis A. Kieffer y Miguel C. Vassallo por la confección de los programas para el cálculo del índice de Gower y del método de los pares ponderados (promedios simples) y de correlación múltiple, al Prof. Edmundo C. Drago por el registro de datos físicos; a los señores Ulises Molet y Walter Reutemann por su valiosa colaboración en el procesamiento de las muestras; al Sr. Ramón Regner, por su participación en la ejecución de los muestreos.

REFERENCIAS

1. Bertoldi de Pomar, H. 1976. Métodos de preparación de sedimentos clásticos para su estudio microscópico. I. Tratamientos previos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 7: 1 – 55.
2. Bertoldi de Pomar, H. 1980. Campaña limnológica "Keratella I" en el río Paraná medio: sedimento de fondo. *Ecología*, 5: 31– 43.
3. Bertoldi de Pomar, H. 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná: V. Caracteres texturales de los sedimentos de fondo. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 15 : 57 – 78.
4. Bonomi, G. 1962. La dinámica produttiva delle principali popolazioni macrobentonice del Lago di Varese. *Mem. Inst. Ital. Idrobiol.*, 15: 207 – 254.
5. Copes, C. 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. VIII: Carbono orgánico en los sedimentos de fondo. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 15 : 109 – 115.
6. Ezcurra de Drago, I. 1980. Campaña limnológica "Keratella" en el río Paraná medio: complejo bentónico del río y ambientes leníticos asociados. *Ecología*, 4: 89 – 101.
7. Folk, R. y W. Ward. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.*, 27 : 3 – 26.
8. Friedman, G. 1961. Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. *J. Sediment. Petrol.*, 31 : 514 – 529.
9. Jackson, M. 1964. Análisis químico de suelos. *Omega*, Barcelona. 662 p.
10. Kownacki, A. 1971. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish High Tatra Mts. *Acta Hydrobiol.*, 13: 439 – 464.
11. Legendre, L. y P. Legendre. 1979. *Ecologie Numérique*. Vol. 2, La structure des données écologique. *Mason*, Paris, 425 p.
12. Marchese, M. 1981. Contribución al conocimiento del complejo bentónico del río Paraná medio. *Ecología*, 6: 55 – 65.
13. Marchese, M. 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná: Zoobentos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 15 : 157 – 174.
14. Marchese, M. e I. Ezcurra de Drago. 1983. Zoobentos de los principales tributarios del río Paraná medio en el tramo Goya–Diamante. Su relación con el cauce principal y cauces secundarios. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 14 : 95 – 109.
15. Mc Lachlan, A. J. 1969. Substrate preferences in invasion behavior exhibited by larvae of *Nilodorum brevivucca* Freeman (Chironomidae) under experimental conditions. *Hydrobiologia*, 33: 237 – 249.
16. Margalef, R. 1974. *Ecología*. *Omega*, Barcelona. 951 p.
17. Passega, R. 1957. Texture as characteristic of clastic deposition. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 41 : 1952– 1984.
18. Pettijohn, F. J. 1963. *Rocas sedimentarias*. *Eudeba*. Buenos Aires. 732 p.
19. Sokal, R. y P. Sneath 1963. Numerical taxonomy. *Freeman*. 359 p.
20. Trefethen, J. 1950. Clasification of sediments. *Am. J. Sci.*, (248) 55 – 62.

21. Varela, M.E., J. Bechara y N. Andreani. 1983. Introducción al estudio del bentos del Alto Paraná. *Ecosur*, 10: 103 – 126.
22. Wentworth, C. 1932. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geol.*, 30: 377 – 392.
23. Wielgosz, S. 1979. The structure of zoobenthos communities of a fine-grained substrate of the river Lyna. *Acta Hydrobiol.*, 21: 19 – 35.

Recibido / Received / : 17 abril 1985