



*Acidos grasos de juveniles  
de Prochilodus lineatus (Valenciennes)  
(Pisces, Curimatidae) (1)*

Victorino BAYO (2), Elly CORDIVIOLA DE YUAN (2)

RESUMEN

Se estudiaron muestras de grasa de juveniles de *Prochilodus lineatus* («sábalo») con longitudes estándar entre 27 y 38 mm, y 75 a 94 mm, capturados en lagunas pequeñas del valle aluvial del río Paraná medio (31° 45' S-60° 45' W). Resulta destacable el valor registrado para el conjunto de ácidos grasos que están por encima del oleico (18 : 1) en número de carbonos e insaturación, obtenido para los ejemplares con longitudes inferiores a 38 mm de longitud estándar : 37,41 %. Estos guarismos indicarían una dieta que refleja la asimilación del plancton, que coincide con lo hallado en estudios realizados sobre la ingesta y la morfología del aparato digestivo, y que resulta distinta de los ejemplares adultos.

PALABRAS CLAVE : Juveniles de *Prochilodus lineatus* — Ácidos grasos — Alimentación — Río Paraná — América del Sur.

ABSTRACT

FATTY ACIDS IN JUVENILES OF *PROCHILODUS LINEATUS* (VALENCIENNES) (PISCES, CURIMATIDAE)

Juveniles of *Prochilodus lineatus* have been analyzed for fatty acids. The fish were divided into two length-classes : 27-38 and 75-94 mm. They were caught in small lagoons of the alluvial plain of the Middle Paraná River (31° 45' S-60° 45' W). The aim of the work was to compare the fatty acid composition of the juveniles 1°) with their diet, and 2°) with the adult stage. For the smaller fish class, the value registered for all the fatty acid above the oleic (in carbon number and insaturation) : 37,41 %, indicates plankton assimilation. There is thus a correspondence between fish composition and the observed planktonic diet and also, with the morphology of the digestive tract.

KEY WORDS : *Prochilodus lineatus* juveniles — Fatty acids — Food habits — Paraná River — South America.

RÉSUMÉ

LES ACIDES GRAS DES JUVÉNILES DE *PROCHILODUS LINEATUS* (VALENCIENNES) (PISCES, CURIMATIDAE)

Les juvéniles pêchés dans des petites mares de la plaine alluviale du Parana moyen (31° 45' S-60° 45' W) ont été séparés en deux classes de taille : 27-38 mm et 75-94 mm.

(1) Subvencionado, en parte, con los PID's (Conicet), Argentina, n° 3-100200/4/85 y 3-093800/88.

(2) Instituto Nacional de Limnología (Inali, Conicet) José Macía 1933, 3016, Santo Tome (Santa Fe), República Argentina.

*Les poissons de taille inférieure à 38 mm contiennent 37,4 % d'acides de nombre de carbone et d'insaturation supérieurs à l'acide oléique. Cette composition correspond au régime alimentaire planctonique et à la morphologie du système intestinal.*

MOTS CLÉS : Juvéniles — *Prochilodus lineatus* — Acides gras — Alimentation — Rio Paraná — Amérique du Sud.

## INTRODUCTION

Diversos autores se han ocupado de la alimentación de *Prochilodus lineatus*, pez que en estado adulto es considerado como detritívoro e iliófago (GNERI Y ANGELESCU, 1951; LOWE-Mc CONNELL, 1987; WELCOMME, 1985). Así, BAYO Y MAITRE (1983) Y BAYO Y CORDIVIOLA DE YUAN (1992) han analizado la composición lipídica de adultos en relación a la dieta, en el primer caso en peces del Lago del Parque del Sur (Santa Fe), un ambiente fuertemente eutroficado y en el otro en ejemplares del cauce principal del río Paraná medio.

Rossi (en prensa) ha analizado la dieta de esta especie en los primeros estadios de vida, correlacionándola con la evolución morfológica de diversas estructuras de su aparato digestivo. Considerando que esta especie cambia su dieta con el desarrollo y que existen modificaciones fundamentales, de acuerdo a la disponibilidad de ejemplares juveniles dentro de los ambientes del valle aluvial del río Paraná, fueron elegidas dos clases de longitud. Los de menor longitud, más cercanos a la dieta plantófila y los más grandes, con una tendencia bien definida a la detritofagia, con el fin de estudiar si los ácidos grasos reflejan con claridad estos cambios que se producen con el desarrollo.

Por todo lo expuesto, y prosiguiendo la serie de trabajos iniciados donde se determina la composición lipídica en relación a la dieta, el objetivo del presente trabajo es analizar los ácidos grasos de juveniles de *P. lineatus*, confrontándolos con la ingesta y estableciendo comparaciones con la información obtenida para adultos.

## MATERIAL Y METODOS

Se estudió un conjunto de 17 ejemplares de *P. lineatus* con longitudes estándar entre 27 y 94 mm y pesos entre 2 y 30 g. Fueron capturados en charcas, de 70 x 20 m aproximadamente y 60-70 cm de profundidad, vecinas a la laguna «El Negro» en la Isla Los Mellados (31° 45' S-60° 45' W), el 20/03/85, en época de aislamiento de los cursos lóticos que las alimentan.

Se consideran dos grupos de longitud, el más pequeño, con largos estándar entre 27 y 38 mm (número de peces analizados : 8) y el otro entre 75 y 94 mm (n : 9).

Las grasas fueron extraídas por el método de FOLCH *et al.* (1957), sobre la totalidad del ejemplar. Para la liberación de los ácidos grasos se siguió a HILDITCH (1956) y se obtuvieron los ésteres metílicos usando como catalizador ácido p-toluen sulfónico (GRAU, 1986 y GROGGINS, 1953). Los ésteres metílicos se cromatografiaron con un equipo Varian Aerograph, modelo 2800, con detector de ionización de llama dual y diferencial. Se operó con columnas de 3,18 mm (1/8") y 4 m de largo con relleno compuesto de EGSS — X (Etilén glicol succinato) al 15 % sobre un soporte de Gas Chromosorb Z, tamiz (U.S.) n° 100-120.

Se seleccionaron las siguientes condiciones de trabajo : para el gas de arrastre nitrógeno : 34 ml/min; la temperatura del inyector fue de 200 °C y la del detector de 250 °C; volumen de inyección 0,1 a 0,2 µl.

En las columnas se aplicaron dos condiciones de trabajo distintas : a) con el propósito de identificar los ácidos grasos, a 180 °C, isotérmicamente, b) a fin de separar más efectivamente los picos de ácidos grasos y optimizar su cuantificación, a 180 °C, hasta la salida del ácido oleico (18 : 1) y luego se aplicó un programa de aumento de 1 °C por minuto hasta alcanzar los 195 °C. De esta forma se pudo determinar mejor la composición relativa de los ácidos grasos, incluyendo aquéllos que se encontraban en muy escasa cantidad (del orden del 1 % o menos).

Se identificaron los ésteres metílicos usando los tiempos de retención relativos al ácido esteárico (18 : 0) y estándares de Applied Sciences Laboratories Inc. (USA).

Las comparaciones estadísticas entre la sumatoria de los ácidos grasos de mayor insaturación y número de carbonos que el oleico se llevaron a cabo aplicando el Test *t* de Student ( $p < 5\%$ ).

## RESULTADOS

Dadas las diferencias en la dieta y consecuentemente en su composición lipídica, se analizan por

TABLA I

Composición en ácidos grasos de juveniles de los dos grupos de longitud de *Prochilodus lineatus* del valle aluvial del río Paraná (Isla Los Mellados). En la primera columna, entre 27 y 38 mm (n : 8 peces). En la segunda, entre 75 y 94 mm (n : 9). Se indica la media de los porcentajes y sus correspondientes desvíos estándar. r<sub>1</sub> : ácido graso ramificado anteiso, con la ramificación en el antepenúltimo carbono de la cadena principal. r<sub>2</sub> : ácido graso ramificado iso, con la ramificación en el penúltimo carbono de la cadena principal

*Fatty acid composition of the two length classes of Prochilodus lineatus from the alluvial plain of the Paraná River (Los Mellados Island). In the first row : from 27 to 38 mm (n : 8), in the second one : from 75 to 94 mm (n : 9). Mean and standard deviation are indicated. r<sub>1</sub> : anteiso ramified fatty acid, with the ramification in the carbon antepenultimate of the principal chain. r<sub>2</sub> : iso ramified fatty acid, with the ramification in the penultimate carbon of the principal chain*

separado dos grupos de ejemplares juveniles de *P. lineatus* : uno que comprende a los peces más pequeños : entre 27 y 38 mm de largo estándar y otro de tamaño algo mayor, entre 75 y 94 mm del mismo largo (Tabla I).

Los ácidos grasos predominantes en los peces entre 27 y 38 mm son el palmítico (16 : 0) con 12,16 % y el esteárico (18 : 0) con 10,07 %. El oleico (18 : 1) sólo se encontró con porcentajes del 6,52 %.

Las concentraciones de los ácidos grasos mostraron una gran dispersión en este grupo encontrándose los de menor cadena carbonada, menos de dieciseis (16) carbonos : 25,59 % y por encima del oleico en insaturación y número de carbonos : 37,41 %.

En este grupo de peces se observan desviaciones estándares muy grandes, hecho que sería otra manifestación de la dispersión de las concentraciones.

Los ácidos grasos predominantes en los ejemplares con largos entre 75 y 94 mm son el palmítico con 31,16 %, el palmítoleico (16 : 1) con 19,62 % y el esteárico con 6,96 %. El oleico sólo alcanzó 7,49 %. Muestran muy bajos porcentajes de aquellos ácidos grasos insaturados y de mayor cadena carbonada que el oleico : 8,30 % y, al igual que en el otro grupo, cantidades, de un buen número de ácidos grasos de cadena corta, menores de dieciseis (16) carbonos : 22,20 %.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Es relevante el hecho de que los ejemplares más pequeños (entre 27 y 38 mm, n : 8) presenten una composición en ácidos grasos donde los de mayor insaturación y número de carbonos que el oleico, 37,41 % ± 2,45 difieren de los de tamaño entre 75 y 94 mm (n : 9) 8,30 % ± 0,31, y lo hacen en forma

| Acido graso |                | %<br>27-38 mm | %<br>75-94 mm. |
|-------------|----------------|---------------|----------------|
| 6:0         | r <sub>1</sub> |               | 0,07 ± 0,04    |
| 6:0         |                |               | 0,10 ± 0,04    |
| 7:0         |                |               | 0,64 ± 0,20    |
| 8:0         | r <sub>2</sub> |               | 0,65 ± 0,15    |
| 8:0         |                |               | 0,94 ± 0,22    |
| 9:0         | r <sub>2</sub> |               | 0,71 ± 0,19    |
| 10:0        | r <sub>2</sub> |               | 1,02 ± 0,24    |
| 10:0        | r <sub>1</sub> | 1,58 ± 1,45   | 0,87 ± 0,17    |
| 10:0        |                | 2,67 ± 2,80   |                |
| 10:1        |                | 1,80 ± 2,42   |                |
| 11:0        | r <sub>2</sub> |               | 0,81 ± 0,25    |
| 11:0        | r <sub>1</sub> |               | 0,69 ± 0,23    |
| 11:0        |                | 1,17 ± 0,64   | 0,68 ± 0,18    |
| 10:2        |                | 1,26 ± 0,72   |                |
| 11:1        |                | 0,39 ± 0,29   |                |
| 12:0        | r <sub>2</sub> |               | 0,70 ± 0,16    |
| 12:0        | r <sub>1</sub> |               | 0,65 ± 0,24    |
| 12:0        |                | 3,30 ± 3,40   | 0,61 ± 0,16    |
| 12:1        |                | 1,24 ± 1,89   |                |
| 13:0        | r <sub>1</sub> |               | 0,55 ± 0,14    |
| 13:0        |                | 0,88 ± 0,52   | 0,56 ± 0,19    |
| 12:2        |                | 0,22 ± 0,05   |                |
| 14:0        | r <sub>1</sub> | 0,82 ± 0,05   | 0,52 ± 0,12    |
| 14:0        |                | 3,30 ± 1,18   | 7,37 ± 2,58    |
| 14:1        |                |               | 1,11 ± 0,45    |
| 13:2        |                | 0,66 ± 0,05   |                |
| 15:0        | r <sub>1</sub> | 0,42 ± 0,14   | 0,24 ± 0,08    |
| 15:0        |                | 2,40 ± 1,54   | 3,22 ± 1,35    |
| 14:2        |                | 1,39 ± 0,27   |                |
| 15:1        |                | 0,65 ± 0,55   | 0,47 ± 0,10    |
| 16:0        | r <sub>1</sub> | 0,37 ± 0,39   | 0,19 ± 0,06    |
| 16:0        |                | 12,16 ± 3,84  | 31,16 ± 2,20   |
| 15:2        |                | 0,84 ± 0,49   |                |
| 17:0        | r <sub>2</sub> | 0,79 ± 0,24   |                |
| 17:0        | r <sub>1</sub> | 0,94 ± 0,88   |                |
| 16:1        |                | 3,71 ± 2,00   | 19,62 ± 4,15   |
| 17:0        |                | 1,45 ± 1,10   | 1,04 ± 0,35    |
| 16:2        |                | 0,47 ± 0,10   |                |
| 17:1        |                | 1,17 ± 0,46   |                |
| 18:0        | r <sub>1</sub> | 0,24 ± 0,17   | 0,99 ± 0,39    |
| 18:0        |                | 10,07 ± 3,48  | 6,96 ± 2,65    |
| 18:1        |                | 6,52 ± 4,05   | 7,49 ± 4,20    |
| 19:0        |                | 3,26 ± 1,17   | 0,72 ± 0,17    |
| ?           |                |               | 0,49 ± 0,13    |
| 18:2        |                | 0,91 ± 0,34   | 1,03 ± 0,37    |
| 20:0        |                | 1,52 ± 0,91   | 0,53 ± 0,17    |
| 19:1        |                | 1,27 ± 1,07   |                |
| 18:3        |                | 1,73 ± 0,57   | 0,74 ± 0,19    |
| 19:2        |                |               | 0,68 ± 0,20    |
| 20:1        |                | 1,79 ± 0,19   |                |
| 20:2        |                | 2,55 ± 1,01   |                |
| 20:4        |                |               | 2,36 ± 0,81    |
| 21:0        |                | 1,38 ± 0,10   |                |
| 21:1        |                | 2,53 ± 1,13   |                |
| 21:2        |                |               | 0,88 ± 0,42    |
| 21:3        |                | 2,67 ± 1,83   |                |
| 22:0        |                |               | 1,11 ± 0,40    |
| 22:1        |                | 2,87 ± 0,77   |                |
| 23:0        |                | 2,91 ± 1,78   |                |
| 24:0        |                | 2,81 ± 1,77   |                |
| 24:2        |                | 5:11 ± 3,50   |                |
| 24:3        |                | 4,79 ± 3,30   |                |

significativa ( $p < 5\%$ ). Igualmente, ambos grupos de peces pequeños se diferenciaron ( $p < 5\%$ ) de los adultos del río Paraná medio que llegan a  $16,47\% \pm 3,25$  en invierno ( $n : 6$ ) y  $24,29\% \pm 1,71$  en verano ( $n : 6$ ) (BAYO Y CORDIVIOLA DE YUAN, *op. cit.*).

Esta sumatoria de concentraciones tiene una significación metabólica, porque refleja la asimilación del fito y/o zooplancton que suministrarían estos ácidos grasos, o los precursores que están en condiciones de transformarse en el pez en aquéllos de alta insaturación y mayor número de carbonos (BRENNER *et al.*, 1963 y BRENNER, 1983).

La información obtenida en el presente trabajo coincide con los resultados a los que arriba Rossi (*op. cit.*) con juveniles de la misma área del río Paraná medio sobre contenidos intestinales de *P. lineatus* con longitudes mayores de 14 mm. Esta autora encuentra rotíferos y algas en mayor proporción y detritus en cantidades crecientes con el desarrollo del pez. Asimismo, esta especie presenta una progresiva, adecuación de su aparato digestivo y de la conformación de sus dientes a la detritofagia. El reflejo del detritus en la composición lipídica, como señaláramos, se da no sólo en los ejemplares adultos, sino también en los juveniles de mayor tamaño.

Las concentraciones de los ácidos grasos son en los ejemplares de 75 a 94 mm ricas en ácidos grasos saturados e insaturados que son posibles de encontrar en las grasas de depósito por síntesis. Este grupo presenta la particularidad de que los de menor cadena carbonada, menos de dieciseis (16) carbonos, registran las concentraciones algo más elevadas que en los adultos y similar a los de menor tamaño, pero eso a nuestro juicio sólo refleja distintos modos o niveles de síntesis.

En lo que hace a la temperatura, varios autores se han ocupado de analizarla en diferentes ambientes del valle aluvial del río Paraná (DRAGO, 1984; DRAGO Y PAIRA, 1987; DRAGO Y VASSALLO, 1980; entre otros). De ellos surge que en ambientes leníticos, como el que es motivo del presente trabajo, puede llegar a oscilar entre 11,5 y 20 °C, si bien se pueden dar valores un tanto atípicos de hasta 31 °C. El ciclo anual en el área de estudio comprende un periodo de temperaturas más bajas invernales (junio-setiembre), coincidentes con la bajante de las aguas y

el estival (diciembre-marzo), más calido, en el momento de la crecida del río del verano. Dentro de este contexto, las muestras analizadas de *P. lineatus* fueron obtenidas después del verano, con 20 °C en el momento de la captura, estando la laguna aislada.

Por otra parte, diversos autores han estudiado el fitoplancton y la productividad primaria en distintos ambientes del valle aluvial del río Paraná. Entre ellos, PEROTTI DE JORDA (1982) analiza resultados obtenidos en este mismo ambiente y concluye que la temperatura tiene una relación directa con la productividad primaria del fitoplancton en periodos de aislamiento de la laguna de los cauces que las alimentan. En cambio, cuando se halla conectada con los cursos lóticos se manifiesta una notoria relación inversa entre producción primaria y turbiedad de las aguas. En el caso del zooplancton, la temperatura influye a) directamente, por ser más activa la reproducción, con una mayor producción de huevos y b) indirectamente, a través de la mayor disponibilidad de alimento (fitoplancton).

Surge así la importancia que en este macrosistema fluvial (NEIFF, 1990) tiene el comportamiento del ciclo hidrológico y su influencia sobre algunos parámetros, en relación a las comunidades sobre las que preda el sábalo en sus primeros estadios de vida (zoo y fitoplancton). Es de destacar que los fenómenos biológicos se producen en manera diversa de acuerdo a la magnitud y duración de las crecidas anuales, llegando en algunos casos, a tener efecto diluyente considerable.

Como conclusión podemos expresar que los juveniles menores de 38 mm reflejan en su composición lipídica la influencia de la asimilación de una ingesta de origen zoo y fitoplanctónica. En los de mayor tamaño, así como en los adultos las concentraciones son totalmente distintas, ricas en ácidos grasos saturados y pobres en insaturados, característica de una alimentación pobre en grasas.

#### AGRADECIMIENTOS

Al Señor Ramón REGNER por la captura de los ejemplares y al Téc. Lionel A. MEHAUDY por el tipiado y listado en computadora.

## REFERENCIAS

- BAYO (V.) y CORDIVIOLA DE YUAN (E.), 1992. — Ácidos grasos de *Prochilodus lineatus* Valenciennes (Pisces, Curimatidae). *Rev. Hydrobiol. trop.* 25 (1) : 47-54.
- BAYO (V.) y MAITRE (M. I.), 1983. — Distribución de ácidos grasos y lípidos en *Prochilodus platensis* Holmberg (sábalo), Pisces, Prochilodontidae. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 14 (2) : 125-132.
- BRENNER (R. R.), 1983. — Biosíntesis de ácidos grasos. En : Torres H. N., Carminatti, H. y Cardini, C. E. *Bioquímica General*. *El Ateneo Ed.* Bs. As.
- BRENNER (R. R.), VAZZA (D. V.) y DE TOMAS (M. E.), 1963. — Effect of a fat free diet and of different dietary fatty acids (palmitate, oleate and linoleate) on the fatty acid composition of fresh water lipids. *J. Lipid Res.* 4 : 341-345.
- DRAGO (E. C.), 1984. — Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná : caracteres geomorfológicos e hidrológicos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 15 (1) : 1-6.
- DRAGO (E. C.) y PAIRA (A.), 1987. — Temperature and heat budget in a floodplain pond of the Middle Paraná River (Argentina). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 18 (2) : 193-201.
- DRAGO (E. C.) y VASSALLO (M.), 1980. — Campaña limnológica «Keratella I» en el río Paraná medio : Características físicas y químicas del río y ambientes lentíticos asociados. *Ecología* 4 : 45-54.
- FOLCH (J.), LEES (M.) y STANLEY (G. H. S.), 1957. — A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226 : 497-509.
- GNERI (F. S.) y ANGELESCU (V.), 1951. — La nutrición de los peces iliófagos en relación con el metabolismo general del ambiente acuático. *Rev. Inst. Nac. Inv. Cienc. Nat. Mus. Arg. Cs. Nat. «B. Rivadavia»*. *Ciencias Zoológicas Tomo II (nº 1)* : 1-44.
- GRAU (R.), 1986. — Modelado de microcinética en la hidrogenación catalítica de derivados de aceites vegetales. Tesis. *Univ. Nac. del Litoral*. Apéndice 4.
- GROGGINS (P. H.), 1953. — *Procesos industriales de síntesis orgánica*. *Ed. Gustavo Gili*. Barcelona, 1081 p.
- HILDITCH (T. P.), 1956. — *The chemical constitution of natural fats*. *Chapman and Hall*. London, 664 p.
- LOWE-McCONNELL (R. H.), 1987. — *Ecological studies in tropical fish communities*. *Cambridge Tropical Biology Series*. *Cambridge Univ. Press*. 382 p.
- NEIFF (J. J.), 1990. — Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15 : 424-441.
- PEROTTI DE JORDA (N.), 1982. — Fitoplancton de ambientes de la llanura aluvial del río Paraná medio (Sante Fe, Argentina) : Pigmentos fotosintéticos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 13 : 37-46.
- ROSSI (L. M.), 1992. — Evolución morfológica del aparato digestivo de postlarvas y prejuveniles de *Prochilodus lineatus* (Val. 1847) (Pisces, Curimatidae) y su relación con la dieta. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 25 (2) : 159-167.
- WELCOMME (R. L.), 1985. — River Fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.* 262, 330 p.