

Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná (Argentina)

Norberto O. OLDANI (1)

RESUMEN

La abundancia y distribución de peces del sistema del río Paraná está afectada por grandes factores ambientales como la geomorfología del valle y las crecientes extraordinarias. Aguas abajo de la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay y en el curso inferior de este último, se desarrolla un amplio valle, donde un conjunto de ejes potámicos dan origen a una gran diversidad de ambientes, que están limitados entre el curso principal y los cauces secundarios, como el San Javier y el Coronda. Estas áreas de 200, 300 o más kilómetros, pueden ser consideradas como subsistemas debido a que los albardones del cauce principal son más elevados y limitan las comunicaciones entre los ríos. La característica más saliente del sistema, son las variaciones del nivel hidrométrico que normalmente se corresponden con las de la temperatura. Sobre este ciclo, está superimpreso otro de intervalos irregulares de crecientes extraordinarias debido a que alcanzan niveles máximos y un período de inundación de mayor duración, que cuando se manifiestan en verano-otoño, están asociadas al fenómeno del Niño y en invierno a la latitud alcanzada por el frente frío. Cuando se manifiesta el fenómeno, todo el valle queda cubierto por agua, se pierden los límites de los subsistemas, se produce un arrastre de la materia orgánica y de la vegetación (fuente del detritus), disminuye la concentración de fitoplancton, induce desplazamientos longitudinales de peces y el desarrollo de gónadas y en el caso que se produzca el desove de los peces, aumentaría el período crítico de las larvas por falta de áreas de refugio y de alimento. Los desplazamientos periódicos que realizan los peces, favorecen el desarrollo de las gónadas y finalizan con la reproducción. En primavera-verano, todos los ríos son áreas de reproducción y cría para las especies migradoras que en su mayoría son de valor comercial. La más importante es *Prochilodus lineatus* (sábalo), detritívoro, del que se considera que hay unos 500 kg/ha (la mitad de la biomasa total de peces). El 60% son hembras que desarrollan entre el 10 y 34% de su peso como gónadas. Prácticamente esta energía, durante la migración pasiva de las larvas, es puesta a disposición de larvas y juveniles de especies depredadoras de los grupos (*Pseudoplatystoma*, *Salminus*, *Pimelodidae*, *Ageneiosus*, *Sorubim*), que en algunos casos tienen altas tasas de crecimiento, presentan órganos adhesivos o desovan aguas arriba, de las poblaciones de *P. lineatus* probablemente para sincronizar y aprovechar la disponibilidad de larvas.

PALABRAS CLAVES : Peces — Migraciones — *Prochilodus lineatus* — Río Paraná — Fenómeno del Niño.

ABSTRACT

VARIATIONS OF FISH ABUNDANCE IN THE PARANÁ RIVER VALLEY (ARGENTINA)

The abundance and distribution of fishes in the Paraná river is influenced by major environmental factors, such as the geomorphology of the basin and the periodic extreme floods. Downstream from the confluence of the rivers Paraná and Paraguay, as well in the area of the lower part of the latter, the large basins host rivers which represent very diversified environments, limited by the main stream and the secondary tributaries like the San Javier and the

(1) Instituto nacional de limnología, José Maciá 1933, 3016 Santo Tomé, Santa Fe, Argentina.

Coronda. These areas, which comprises up to 200, 300 or even more kilometers, can be considered as subsystems because the raised bank of the main stream restrict the connection between rivers. Major features of these systems are governed by seasonal variations in the water level, which in turn are usually correlated with temperature. On this yearly cycle, another irregular cycle is superimposed; the latter is defined by the extreme water levels and associated long-lasting floods, which are the result of the El Niño Southern Oscillation when they occur in the summer-fall, and of the northernmost extension of the cold front — in the winter. During these extreme floods the entire basin is under water, the boundaries between subsystems disappear, plant material and organic matter in general are dislodged, phytoplanktonic concentrations decrease, critical periods for fish larvae are lengthened because of the scarcity of food and shelter. In the case of fish, regular migrations induce the ripening of the gonads and reproduction. In the spring-summer all rivers are reproductive areas for migratory species which, in general, have commercial value. The most important of these is the *Prochilodus lineatus* (detritivorous), with biomass of approx. 500 kg/ha (half of the total fish biomass). Some 60% of this is represented by females in which gonads account for 10 to 34% of the total weight. During their passive downstream migrations, practically all this energy is offered to the larvae and juveniles of *Pseudoplatystoma*, *Salminus*, *Pimelodidae*, *Ageiniosus*, *Sorubim*, and others; these predators have high growth rates and in some cases evident specific adaptations, such as adhesive organs or a reproductive strategy which allows them to spawn upstream from the populations of *Prochilodus* in order to synchronize the presence of the larvae in the river and take advantage to the resource.

KEY WORDS : Fish — Migrations — *Prochilodus lineatus* — Paraná river — El Niño southern oscilation.

RÉSUMÉ

VARIATION DE L'ABONDANCE DES POISSONS DANS LA VALLÉE DU RIO PARANÁ (ARGENTINE)

L'abondance et la répartition des poissons dans le Paraná sont influencées par les facteurs de l'environnement comme la géomorphologie et les crues exceptionnelles. En aval de la confluence du Paraná et du Paraguay, de même que dans la basse vallée de ce dernier, une grande variété de milieux sont représentés, entre le cours principal et les cours secondaires comme la San Javier et la Coronda. Ces biefs de plus de 300 km peuvent être considérés comme indépendants, parce que les levées de berge du cours principal, limitent les points de contact avec les rivières. Les caractéristiques principales de ces systèmes sont régies par les variations du niveau de l'eau, qui sont également liées à la température. Des variations moins régulières se superposent, qui sont définies par les crues exceptionnelles en hauteur et en durée, et qui résultent du phénomène El Niño en été-automne, ou de l'extension du front froid en hiver. Durant ces crues exceptionnelles, tout le bassin est inondé, les frontières entre sous-systèmes disparaissent, les matériaux organiques sont déplacés, le phytoplancton diminue, et la phase critique pour les larves de poissons est augmentée par faute de nourriture et d'abri.

Pour les poissons, les migrations régulières sont liées à la maturation et à la reproduction. Au printemps-été, toutes les rivières sont des zones de reproduction des espèces migratrices de valeur commerciale. La plus importante est *Prochilodus lineatus* (détritivore) avec une biomasse d'environ 500 kg/ha (la moitié de l'ichtyomasse totale), dont 60% est composé de femelles. Pour celles-ci, les gonades représentent 10 à 34% du poids total.

Durant leur migration passive, presque toute cette énergie est offerte aux larves et juvéniles de *Pseudoplatystoma*, *Salminus*, *Pimelodidae*, *Ageinosus*, *Sorubim* et autres. Ces prédateurs ont un grossissement rapide et, dans certains cas, ont développé des adaptations, tels que des organes adhésifs ou une stratégie de reproduction qui leur permettent de frayer en amont de *Prochilodus* pour synchroniser la présence des larves dans la rivière.

MOTS-CLÉS : Poissons — Migrations — *Prochilodus lineatus* — Rivière Paraná — Phénomène El Niño.

INTRODUCTION

La Cuenca del Plata (más de 3.10⁶ km²) está formada principalmente por los ríos Paraná, Paraguay, Uruguay y Río de la Plata. Su ubicación

geográfica (desde los 15 a los 37 grados de latitud sur, aproximadamente) y el aporte de nutrientes de los terrenos sedimentarios, determinan una gran diversidad de ambientes de elevada productividad. Las macrófitas (base del detritus) además, se ven

favorecidas por la existencia de grandes áreas inundables, de variados orígenes, desde el pantanal en las nacientes del río Paraguay en el límite entre Brasil y Bolivia hasta la embocadura del Río de la Plata.

En la parte inferior de la cuenca, a partir de la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay y en la porción inferior de este último se desarrolla un extenso potamon, que según MARGALEF (1983) ha sido y sigue siendo laboratorio activísimo de evolución, destacando como factores importantes el aislamiento intermitente de las lagunas, la enorme fluctuación en la abundancia de las distintas poblaciones y la frecuente reorganización de las posibilidades del flujo génico.

El Characiforme *Prochilodus lineatus* (sábalo), es la especie más importante del sistema, constituye aproximadamente el 50% de la biomasa de los peces de gran porte (OLDANI y OLIVEROS 1984, TABLADO *et al.*, 1988). En el cauce de los ríos convive junto a otros migradores en su mayoría Siluriformes ictiófagos como: *Luciopimelodus pati* (patí), *Pseudoplatystoma coruscans* (surubí), *Pimelodus albicans* (moncholo), *Sorubim lima*, *Ageneiosus brevifilis* y *A. valenciennesi* (mandubies) y *Pterodoras granulosus* (armado) y otros Characiformes como *Salminus maxillosus* (dorado) y *Leporinus obtusidens* (boga). Los cuerpos leníticos se caracterizan por la presencia de *Hoplias malabaricus malabaricus* (dientudo) un gran depredador adaptado a ambientes de escasa profundidad y de *Loricariidae* (viejas de agua). Los iliófagos de los grupos taxonómicos *Prochilodus*, *Curimatidae* y *Loricariidae*, son los dominantes en el sistema del río Paraná.

El objetivo de este trabajo es establecer la magnitud de las variaciones de la abundancia de peces y determina la incidencia de los factores que la regulan. Estos aspectos constituyen los puntos principales para comprender la dinámica de las poblaciones y establecer criterios de manejo de los recursos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los trabajos de campo consistieron en evaluaciones acústicas de la abundancia de peces, censos de las capturas de pescadores comerciales y capturas de huevos y larvas de peces. Se llevaron a cabo entre enero de 1981 y marzo de 1988, a la altura de la ciudad de Paraná (km 610) y de la isla «El Chapetón», ubicada 30 km aguas arriba.

Estimaciones acústicas de la abundancia

Se realizaron quincenal o mensualmente entre enero de 1981 y diciembre de 1984 en todos los ríos, posibles rufas de migración, a lo ancho del valle del Paraná a la altura de la isla «El Chapetón». En las siguientes estaciones.

Estación I

Localizada en el cauce principal del Paraná a la altura de Pto. Celina, aguas abajo de la isla «El Chapetón», con una superficie de 40 ha y profundidad máxima de 35 m. Sobre la ribera derecha existe una zona litoral y en la izquierda un gran remanso. Hasta abril de 1981, se trabajó en otro estrechamiento ubicado aguas arriba de la isla de referencia, de 45 m de profundidad y 20 ha.

Estación II

Se encuentra en la embocadura del río Colastiné, un cauce secundario de unos 30 km que recibe agua del río Paraná. Tiene una superficie de 17,5 ha y la profundidad máxima de 16 m. Prácticamente no hay desarrollo de zonas litorales.

Estación III

Ubicada en la desembocadura del río San Javier, tiene una superficie de 5 ha y una profundidad de 12 m. Prácticamente no presenta zonas litorales y en sus riberas existen zonas con vegetación arraigada emergente.

En los trabajos se utilizaron dos ecosondas Seascibe MK II de 150 kHz de frecuencia y dos Simrad (Skipper 406) de 200 kHz, montadas en embarcaciones de 6,8 m de eslora. El número de peces (N), se obtuvo a partir de los ecogramas, computando visualmente los ecos de los peces (Np) y determinando el volumen de agua muestreado por la ecosonda (V) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$N = N_p / V \cdot Q \cdot 500 / \text{sup}$$

$$V = \sum V_i$$

$$V_i = (1/3) D_i \cdot \text{tg}(A/2) \cdot (H_i 1 \cdot H_i 1 + H_i 2 \cdot H_i 2 + H_i 1 \cdot H_i 2)$$

donde Q es el caudal de la sección y sup. la superficie que corresponde a cada estación, V_i es el volumen parcial, D_i la distancia parcial recorrida por la embarcación. A el ángulo del haz de ultrasonido del transductor, H_i 1 la profundidad inicial y H_i 2 la profundidad final.

En cada campaña se evaluó a distintas horas del día siguiendo una grilla predeterminada correspondiendo a 3 registros longitudinales de 500 m cada uno (ribera derecha, centro de cauce, ribera izquierda) y 5 ó 6 transecciones de ribera a ribera. En total se analizaron aproximadamente 2500 ecogramas.

Censos de las capturas de pescadores comerciales

Para apreciar los rasgos más significativos de la estructura de la taxocenosis y sus variaciones, se realizaron censos de las capturas de pescadores comerciales del cauce del Paraná a la altura de la ciudad de Paraná quincenales o mensuales, entre abril de 1984 y agosto de 1985. Las artes de pesca utilizadas son principalmente el «tres telas» de 17 ó 18 cm de abertura de malla (malla estirada del paño central) y espineles. Las redes se operan arrastradas por la corriente en lugares preparados especialmente en el borde del talweg y el pescador no tiene posibilidades de modificar la eficiencia del arte y la relación oferta-demanda del mercado, es prácticamente nula sobre la pesca. Las artes de este grupo de 7 pescadores y la ubicación de la pesquería es prácticamente la misma que la citada por OLDANI y OLIVEROS (1984). La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se expresa a partir de las capturas totales como el número de peces capturados por 1 pescador en 8 horas. Para la identificación de los peces se siguió a RINGUELET *et al.* (1967) y a nivel de especies se aceptó el criterio de GERY *et al.* (1987) y LOPEZ *et al.* (1987).

Abundancia de huevos y larvas

Las capturas se realizaron entre noviembre de 1982 y marzo de 1988 durante los periodos de reproducción, en el cauce principal del Paraná a la altura de la sección transversal denominada «Perfil Toma Aguas Corrientes» (DRAGO, 1984) cercana a la ciudad de Paraná. En el arroyo Leyes y ruta Provincial 1, entre diciembre de 1987 y marzo de 1988, que en esos momentos canalizaba agua del río San Javier. En todos los casos corresponden a capturas con copos de 30 cm de diámetro y malla de 850 μ m, estacionados en el centro del cauce a 2 m de profundidad, aprovechando la velocidad de la corriente para el filtrado y en cada oportunidad se muestreó aproximadamente 100 m³ de agua. Para la determinación del volumen muestreado se utilizaron flujómetros. Los datos se expresan en 1 000 m³.

El nivel hidrométrico corresponde al puerto de la ciudad de Paraná, alturas según el Departamento Paraná Medio de la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables.

ASPECTOS AMBIENTALES

El río Paraná nace de la confluencia de los ríos Paranaíba y Grande (Brasil) en la región tropical de Sudamérica. Los afluentes del alto Paraná son

relativamente pequeños, presentan un curso bien definido, sin derivaciones laterales, con numerosos rápidos y el fondo está constituido por grava o basalto. En cambio, el río Paraguay nace en el Pantanal, una extensa área inundable de 140 000 km² (ALHO *et al.*, 1988) y en su recorrido atraviesa zonas bajas y terrenos sedimentarios.

En el tramo final de estos ríos, se desarrolla un amplio potamon de unos 1 400 km de longitud y 35 000 km², donde el río se divide en numerosos cauces anastomosados dando origen a una gran diversidad de ambientes. En la zona de islas crecen principalmente *Salix humboldiana* (sauce) y *Tessaria integrifolia* (aliso) y los cuerpos de agua leníticos son colonizados por vegetación flotante: *Eichhornia crassipes* (camalotes) y *Salvinia* sp. (helecho) o arraigadas emergentes *Polygonum* sp. (catay) y *Paspalum elephantipes* y *Echinochloa polystachya* (canutillo) (MARTA, *com. pers.*, 1988; SABATINI *et al.*, 1983), que son la mayor fuente para la producción de detritus.

La forma general del potamon es alargada en sentido Norte-Sur ensanchándose hacia la desembocadura y presentando estrechamientos a la altura de las ciudades de Santa Fe — Paraná y Resistencia — Corrientes. Dentro del valle, el cauce principal escurre prácticamente sobre el límite oeste hasta la ciudad de Diamante y luego se desplaza hacia el este.

En los estrechamientos del cauce principal del Paraná se puede apreciar un canal profundo (entre 30 y 35 m) y zonas litorales con profundidades de 4 ó 5 m. Según PODDUBNYI *com. pers.* (1981), estos serían los biotopos más importantes debido a que los bordes del talweg sirven de orientación a los peces durante los desplazamientos y las zonas litorales, como de descanso. Los cauces secundarios son más estrechos (varían entre 100 y 200 m) y poseen gran cantidad de meandros, escasas zonas litorales, baja velocidad de corriente y en sus riberas se desarrolla vegetación acuática. Una de las características de este valle, es que cuando el cauce principal escurre sobre un lado, en el otro hay un cauce secundario importante como el San Javier o Coronada. (IRIONDO, *com. pers.*, 1986).

Hay que destacar que los albardones del curso principal son más elevados que el resto del valle aluvial y que las comunicaciones entre el cauce principal y los secundarios son escasas (fig. 1). Estas se dan en los estrechamientos del valle ó cuando el cauce principal lo atraviesa. Esto hace que los cuerpos de agua leníticos de extensas áreas de 200, 300 ó más kilómetros estén conectados a los cauces secundarios. Salvo en crecientes importantes, cuando todo queda cubierto por las aguas, se pierden los límites de estas áreas.

Las características más salientes del sistema son

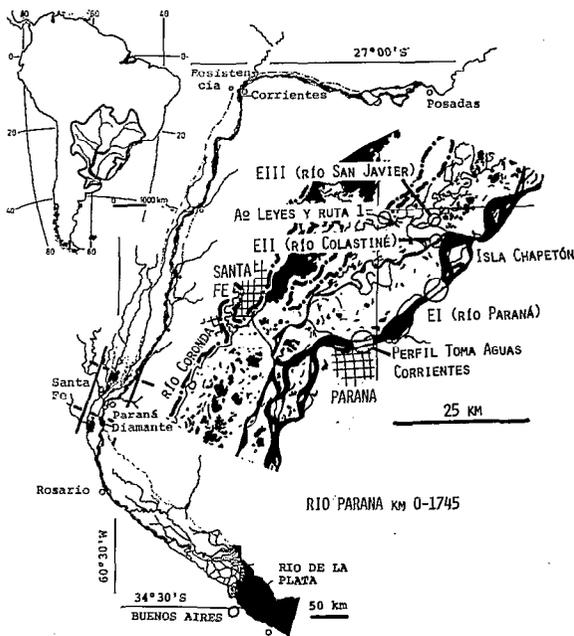


FIG. 1. — Ubicación geográfica del potamon del río Paraná. En detalle estaciones de muestreo y ríos principales. *Le système aquatique du Paraná, les principaux cours d'eau et les stations d'échantillonnage.*

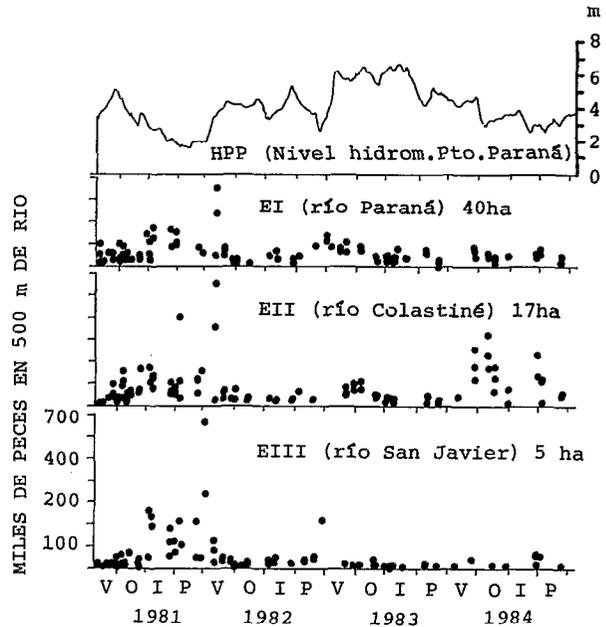


FIG. 3. — Variaciones del número de peces estimados con técnicas acústicas en tramos de ríos de 500 m. Estación I : río Paraná; Estación II : río Colastiné; Estación III : río San Javier. HPP : Nivel hidrométrico en Pto. Paraná. V : verano, O : otoño, I : invierno, P : primavera. *Fluctuations des poissons (en milliers) détectés par système acoustique sur 500 m de rivière. E1 : fleuve Paraná, E2 : Colastiné; E3 : San Javier; HPP : niveau de l'eau dans le port de Paraná. V : été; O : automne; I : hiver, P : printemps.*

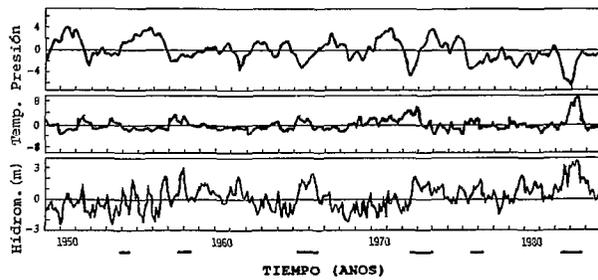


FIG. 2. — Variaciones de promedios mensuales de la oscilación meridional (Presión) expresada en milibares y de la temperatura (Temp.) en la superficie del mar en Pto. Chicama (Perú), expresada como desviaciones respecto a las temperaturas medias mensuales normales. Fenómenos del Niño de mayor intensidad se registraron en 1953, 1957-58, 1965, 1972-73, 1976-77 y 1982-83, indicados con raya en el borde inferior. (RAMAGE, 1986). Nivel hidrométrico de Pto. Paraná [Hidrom. (m)], expresadas en metros, como diferencias entre medias mensuales históricas (1901-1984) respecto de la media mensual. *Fluctuations du front austral (Presión en mbar), et de la température (Temp.) au port de Chicama (Pérou) estimées d'après les écarts par rapport aux moyennes mensuelles normales; on remarquera que les années 1953, 1957-58, 1965, 1972-73, 1976-77 et 1982-83 ont été des années d'El Niño prononcées (RAMAGE, 1986). En bas (Hidrom. m), écart à la normale du niveau dans le port de Paraná, calculé par la différence entre les moyennes mensuelles historiques et les moyennes mensuelles observées.*

las variaciones del nivel hidrométrico, que se corresponden normalmente con las de la temperatura (fig. 2). Anualmente se produce un pico de creciente en otoño (marzo-abril), como consecuencia de las lluvias en la alta cuenca y una bajante a fines de invierno y principios de primavera (agosto-octubre). Sobre este ciclo están impresos otros, de intervalos irregulares, de crecientes extraordinarias, debido a que alcanzan niveles máximos ó un período de inundación de mayor duración. Cuando se producen en verano, estarían asociadas al fenómeno del Niño que según RAMAGE (1986) se manifiesta cuando la oscilación meridional es negativa y se produce un calentamiento de la superficie del océano Pacífico, en las costas de Perú. Esto, se dio en 1953, 1957-58, 1965, 1972-73, 1976-1977 y 1982-83. Las crecientes extraordinarias también pueden manifestarse en invierno dependiendo de la latitud alcanzada por el frente frío. En períodos rigurosos se producen lluvias en las nacientes del río Paraná (BRUNIART *com. pers.*, 1988).

En el período de estudio el ciclo hidrológico del río Paraná presentó características excepcionales desde junio de 1982 hasta febrero de 1984 manifestándose sucesivamente los dos fenómenos que inciden en las crecientes extraordinarias (fig. 3). Se destaca un pico de 5,48 m en agosto de 1982. Mientras que el llenado de la represa brasilera de Itaipú, en octubre-noviembre, produjo una bajante de 2 m, en 10 días. Posteriormente en diciembre se produjo un brusco ascenso hasta 6,4 m. En los primeros 7 meses de 1983 el nivel hidrométrico promedió los 5,5 m y luego se produjo un período de bajante hasta febrero de 1984.

Hay que destacar que durante los períodos de estiaje, los cauces secundarios presentan variaciones del nivel hidrométrico como consecuencias de lluvias locales (ZAPATA, *com. pers.*, 1988).

RESULTADOS

Variaciones de la abundancia

Las estimaciones del número de peces (fig. 3), corresponden a tramos de 500 m de río y están afectadas por el ritmo diario de actividad, que hace que, en distintos momentos del día, se detecten con mayor o menor facilidad. Además es necesario tener presente que los trabajos se realizaron en el cauce de los ríos y que debido a las variaciones del nivel hidrométrico y a fenómenos de reproducción se producen desplazamientos transversales (TABLADO y OLDANI, 1984; TABLADO *et al.*, 1988). Con niveles hidrométricos elevados la suma de los peces de todas las estaciones puede ser inferior al número de peces que se encontrarían en una transección del valle.

Desde el punto de vista de la densidad son escasas las diferencias que se presentan entre las estaciones de muestro. Como cabría de esperar las estaciones I y II son afines debido a que esta última está ubicada en el río Colastiné estrechamente vinculado al cauce principal.

Los valores máximos en las estaciones I y II corresponden a enero de 1982 con 356 370 y 552 187 peces, respectivamente y a la III en diciembre de 1981 con 663 140 con niveles hidrométricos elevados, máximas temperaturas y en pleno período reproductivo. En general, las altas densidades se detectan con niveles hidrométricos inferiores a 3 m. En otoño se registran los valores más bajos. Las altas densidades de primavera y verano asociadas a niveles hidrométricos elevados corresponderían a *P. lineatus* que migran desde las lagunas a los ríos a desovar. El rasgo más saliente de todos estos valores es que, en términos generales, se observa una disminución de un 50 % en 1984 respecto de 1981.

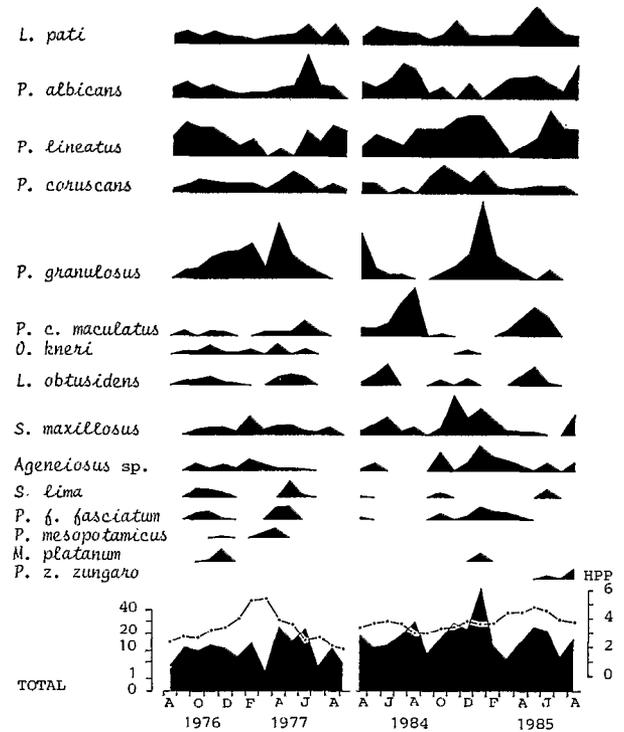


FIG. 4. — Variaciones de la CPUE expresadas como promedios mensuales del número de peces capturados por un pescador cada 8 horas. HPP: Nivel hidrométrico de Pto. Paraná (promedios mensuales).

Moyenne de la prise par unité d'effort (PUE). HPP: niveau dans le port de Paraná.

Estructura de la comunidad

Las especies capturadas en la pesca comercial (fig. 4), son las mismas que observaron OLDANI y OLIVEROS (1984), en el período comprendido entre 1976 y 1977. Algunas están presentes durante todo el año y otras restringidas a ciertos períodos. Entre las primeras, que son las más abundantes, están *L. pati*, *P. albicans*, *P. lineatus*, *P. coruscans* y también podrían incluirse *P. granulatus* y *S. maxillosus*. Las segundas, menos abundantes, *Pimelodus clarias maculatus* (amarillo), *Oxydoras kneri* (armado) *L. obtusidens*, *Ageneiosus* sp. (*A. valenciennesi* y *A. brevifilis*), *S. lima*, *Pseudoplatystoma fasciatum fasciatum* (surubi), *Piaractus mesopotamicus* (pacú) *Megalonema platanum* (patí bastardo) y *Pseudopimelodus zungaro zungaro* (manguruyú), en general se registran hacia el verano, aumentando la riqueza en especies. La más importante en cuanto a número y posiblemente biomasa es *P. lineatus*. En primavera-verano, en las distintas especies, se presentaron los

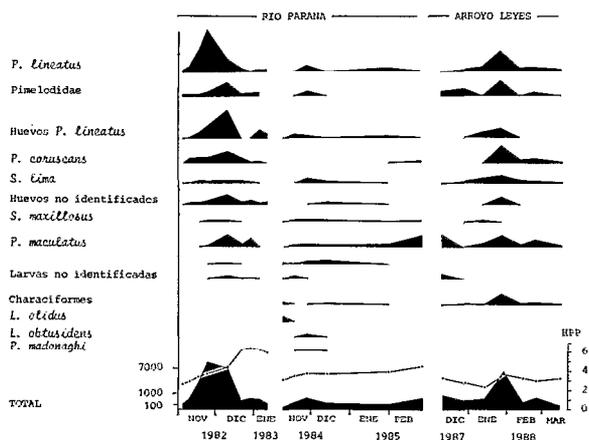


FIG. 5. — Variaciones de huevos y larvas de peces en 1000 m³ de agua del río Paraná (Perfil Toma de Aguas Corrientes) y del Arroyo Leyes a la altura de la ruta Provincial 1 que durante los estudios canalizaba aguas del río San Javier. HPP. Nivel hidrométrico del Pto. Paraná (promedios mensuales).
Œufs et larves de poissons contenus dans 1000 m³ des fleuves Paraná et San Javier. HPP : niveau dans le port de Paraná.

ejemplares de mayor talla y las hembras capturadas estaban maduras o desovadas.

Analizando la captura total se observan dos periodos, uno desde agosto-setiembre a marzo y otro desde abril a junio-julio. El primero se manifiesta en primavera-verano asociado al periodo de aguas en creciente y a la presencia de ejemplares con gónadas desarrolladas, el otro en pleno invierno. Estos marcarían los momentos más importantes en la actividad migratoria de los peces. Además se observa que con niveles hidrométricos de más de 3,5 m en Pto. Paraná disminuye la CPUE.

En el análisis de los censos de capturas de pescadores comerciales no se consideran los *Loricariidae* debido a que no se comercializan y el pescador los devuelve al agua.

Reproducción

La reproducción se realiza en el cauce de los ríos, en el periodo de aguas en creciente y huevos y larvas son arrastradas pasivamente (fig. 5). Cuando el nivel hidrométrico es muy elevado o desciende la reproducción disminuye. Las larvas capturadas en el centro del cauce principal poseen caracteres diagnósticos (pigmentación y morfología) y una distribución de tallas que facilitan la identificación. Las especies que se presentan en años sucesivos son prácticamente las mismas y corresponden a especies migradoras y de valor comercial.

Durante los distintos periodos de reproducción la abundancia de huevos y larvas presenta variaciones importantes. En 1981 durante muestros de prueba detectamos valores que oscilaron entre 3 011 y 7 300 larvas en 1 000 m³. La magnitud total de la reproducción varió significativamente en el periodo estudiado, presentando los valores más bajos en 1984 y 1985. Las variaciones en la estructura de las larvas del río San Javier (capturas realizadas en el Arroyo Leyes y Ruta 1) manifiesta algunas diferencias con las del Paraná si bien la densidad total varía conjuntamente. Son destacables las que corresponden a los grupo Pimelodidae y Characiformes, también es notorio que los huevos y larvas de *P. lineatus*, son más abundantes en el cauce secundario.

La especie más importante es *P. lineatus* de la que se capturan huevos y larvas en estados de desarrollo tempranos. Se observan sin alimento en el tubo digestivo y varían entre 6,7 y 7,2 mm de longitud total.

Las demás especies siguen en orden de importancia y corresponden a larvas generalmente más desarrolladas y a juveniles. Entre los Siluriformes *P. albicans*, *P. maculatus* y *P. coruscans* son los más abundantes, los dos primeros morfológicamente cercanos varían entre 7,7 y 21 mm y el tercero, la especie de mayor valor económico, entre 7,7 y 30 mm. Luego siguen larvas de *S. lima* de 9 a 25 mm y de *S. maxillosus* de 15 a 25 mm. Esta última según GODOY (1975) de rápido crecimiento. En las riberas de los ríos, en la zona vegetada y en áreas inundadas entre gramíneas sumergidas y en las raíces de *E. crassipes*, *P. elephantipes* y *E. polystachya* se capturan principalmente juveniles de todas estas especies.

DISCUSIÓN

Para evaluar estos resultados es necesario considerar las migraciones periódicas que realizan los peces y sobre todo las de los *Prochilodus* que constituyen uno de los fenómenos más complejos que tienen lugar en el sistema y que a su vez son los estudios ictiológicos más importantes que se realizaron.

Los autores que estudiaron ó se interesaron en explicar estos desplazamientos fueron: BAYLEY (1973), BONETTO (1976), BONETTO y PIGNALBERI (1964), BONETTO *et al.* (1971), BONETTO *et al.* (1981 a), BONETTO *et al.* (1981 b), DELFINO y BAIGÚN (1985), LÓPEZ (1972), LOWE-McCONNELL (1987), OLDANI y OLIVEROS (1984), GODOY (1975), TABLADO *et al.* (1984), WELCOMME (1985). En la tabla I se resumen los principales datos de estos trabajos y los propor-

TABLA I

Principales datos de los estudios de migración de *Prochilodus* en la cuenca del Plata. Años : corresponde al que se realizó el estudio. Ascend. y Descend : periodos en que se producen los desplazamientos ascendentes y descendentes; km : se indican los de las migraciones ascendentes más las descendentes. P. marc : peces marcados
Données sur la migration de Prochilodus dans le bassin de la Plata d'après différents auteurs. Anos : date d'observation; Ascend et Descend : période de migration; Km : amplitude de la migration. P. marc : poissons échantillonnés

Autor	Año	Ascend.	Descend.	km	P.marc.	Ríos
Godoy	1954-71	set-dic	ene-mar	614	27000	Grande, Pardo y Mogi-Guassu
Bonetto	1961	feb-mar	ago-set	800	14200	Coronda (Pto. Gaboto) y Río de la Plata (Quilmes)
Bonetto	1962	set-feb	may-jun		2615	Paraná (Bella Vista y Paso de la Patria)
Bonetto	1964-65				949	Carcaraña
Bonetto	1965	ago-oct		1300	1399	Bermejo
Bonetto	1965-66	primav. verano	dic-mar	240	6557	Saladillos
Bonetto	1965-66			300	1055	Guauguaychú
Bonetto	1966			670	1328	Coronda (S. Viejo)
Bayley	1969-70	mar-set	nov-dic	450		Pilcomayo
Bonetto	1975-80			2000	4795	Aito Paraná
Oldani	1976-77	primav. verano	abr-jun			Paraná medio
Delfino	1980-83	set-abr		300-500	573	Uruguay
Espinach Ros	1981-82	ago-oct		750	1065	Paraná medio
Tablado	1984			200-400		Paraná medio
Quirós	1987			870	4015	Paraná(Itatí)

cionados por ESPINACH ROS *com. pers.* (1982) y QUIRÓS *com. pers.* (1987), donde se observa que las migraciones ascendentes, en distintos lugares de la cuenca, se producen durante casi todo el año. En cuanto a la magnitud de los desplazamientos los distintos autores la sitúan en el orden de 200 a 600 km. El mayor inconveniente que presenta el análisis de esta información es el relacionado con el «stress» que les produce a los peces, el manipuleo al que son sometidos durante los trabajos de marcado.

Los desplazamientos de *Prochilodus scrofa* los estudió GODOY (1975) y comprobó que los peces marcados en el río Grande, lugar de alimentación, son recapturados en el Mogi-Guassu entre noviembre y febrero durante el período de reproducción coincidiendo con un aumento del nivel hidrométrico y de la temperatura del agua y los marcados en ese lugar son recapturados entre enero y marzo en el área de alimentación. En el río Pilcomayo (BAYLEY, 1973) observó las migraciones ascendentes de *P. lineatus* que se producen entre marzo y setiembre concordantes al parecer con la fase lunar y el aumento de la temperatura del agua, mientras que las descendentes se producen entre noviembre y diciembre coincidentes con el período de lluvias de la zona y el ascenso del nivel hidrométrico.

Los desplazamientos que se producen en la cuenca inferior, debido probablemente a la gran complejidad del ambiente o la existencia de varias poblaciones, en algunos casos con distintas estrategias reproductivas, resultan dificultosos de interpretar e incluso pueden existir varias especies del género *Prochilodus* que hasta el presente pasaron inadvertidas. Es evidente que en el extenso potamon las variaciones del nivel hidrométrico inducen migraciones. Cuando se alcanzan los 3 m de Pto. Paraná, se desencadenan los desplazamientos transversales (OLDANI y OLIVEROS, 1984). Por encima de los 4,35 m prácticamente todo el valle aluvial queda cubierto por las aguas y los peces se desplazan hacia áreas vegetadas. Si esto coincide con el período de primavera-verano los fenómenos reproductivos también inducen desplazamientos transversales debido a que los peces (migradores) desovan en el cauce de los ríos y se alimentan en el valle de inundación (TABLADO *et al.*, 1988).

Las migraciones que se manifiestan entre agosto-setiembre y marzo (primavera-verano) coinciden con una mayor riqueza de especies, ejemplares de mayor porte, desarrollo de gónadas y con la presencia de larvas. Evidentemente, se trata de migraciones ascendentes asociadas a fenómenos reproductivos.

Estos desplazamientos según TABLADO y OLDANI (1984) se producirían para asegurar que huevos y larvas arrastradas río abajo tengan oportunidad de ingresar a los ambientes leníticos del valle aluvial y mantener así la posición geográfica de sus progenitores. Esto, en cierta medida, fue sugerido por GODOY (1975), BAYLEY (1973) y WELCOMME (1985).

En cambio en el Río de la Plata, bajo Uruguay y bajo Paraná, las variaciones del nivel hidrométrico no son importantes y la temperatura aparentemente es el estímulo que desencadena las migraciones (ESPINACH ROS, *com. pers.*, 1987). De esta manera en otoño se producirían desplazamientos de peces hacia el tramo medio del Paraná manifestándose en invierno y produciendo uno de los periodos de abundancia que se observan en la CPUE.

Teniendo en cuenta la magnitud de los desplazamientos, la existencia de los albardones del cauce principal que limitan las comunicaciones entre los ríos, las diferencias en la estructura de la comunidad de larvas de los ríos San Javier y Paraná, los cauces secundarios como el San Javier o el Coronda y su área de inundación, pueden considerarse como subsistemas. También se observó que existen diferencias en los periodos de desarrollo de las gónadas (ESPINACH ROS, *com. pers.*, 1987).

A partir de junio de 1982 y hasta febrero de 1984 el ciclo hidrológico del Paraná presentó características extraordinarias debido a la incidencia del fenómeno del Niño y a la latitud alcanzada por el frente frío. Esto aparentemente afectó la abundancia de peces adultos aumentando la pérdida natural que se manifestaría en 1984 con una notable disminución de casi el 50%. El fenómeno además desalentaría la reproducción de peces, disminuye la concentración de fitoplancton (GARCÍA DE EMILIANI, en prensa) y quizás aumente el periodo crítico de larvas. Aparentemente en 1987 comenzaría a tener mayor importancia la magnitud de la reproducción.

En distintos lugares de este amplio potamon se detectan peces de especies migradoras y de importancia económica, con gónadas desarrolladas y larvas (HIRT DE KUNKEL, 1985; MASTRARRIGO, 1949; TABLADO *et al.*, 1988) lo que permite considerar a esta área como de reproducción y cría (OLDANI y OLIVEROS, 1984). Algunas especies como *P. lineatus* y *S. maxillosus* se comportan como desovadoras totales aunque el desove se realiza en un cierto tiempo durante la temporada reproductiva que se extiende desde octubre a marzo (primavera-verano) (IWASZKIW, *com. pers.*, 1988; TABLADO *et al.*, 1988). Los grandes depredadores, *P. coruscans* y

S. maxillosus se reproducen en la parte alta mientras que *P. lineatus*, *L. obtusidens*, *P. albicans*, *P. maculatus*, *A. valenciennesi* y *S. lima*, lo harían, además, en la porción media (OLDANI y OLIVEROS, 1984).

El 60% de los *P. lineatus* adultos son hembras (TABLADO *et al.*, 1988) lo que representa una biomasa de unos 300 kg/ha. El índice gonadosomático (IGS) varía entre el 10 y 34% (IWASZKIW, *com. pers.*, 1988) lo que nos da una idea de la energía que invierte en la reproducción. La duración del periodo crítico de estas larvas se infiere a partir de experiencias de laboratorio y de observaciones de campo. Las larvas criadas sin alimento mueren masivamente a partir del cuarto día de vida (ESPINACH ROS, *com. pers.*, 1987) y además se observó que no se alimentan durante la migración pasiva. En este periodo son activamente depredadas por larvas y juveniles de especies carnívoras de los grupos (*Salmimus*, *Pseudoplatystoma*, *Pimelodidae*, *Ageneiosidae*) con lo que se establecería una de las vías más importantes de energía del sistema desde el detritus hacia los niveles tróficos superiores. En algunos casos, estas especies presentan adaptaciones como larvas con órganos adhesivos (*Salminus*) o una estrategia reproductiva que les permitiría desovar aguas arriba (*Pseudoplatystoma*) probablemente para sincronizar y aprovechar la disponibilidad de larvas de *Prochilodus*.

CONCLUSIONES

Las principales hipótesis que se desprenden de este trabajo son las siguientes:

En el valle aluvial del Paraná, los cauces secundarios y sus áreas de inundación son subsistemas.

Las crecientes extraordinarias aumentan la pérdida natural de peces, desalientan la reproducción y aumentan el periodo crítico de las larvas.

Una parte muy importante del flujo de energía del sistema se canaliza desde las macrófitas como detritus hacia los niveles tróficos superiores a través de huevos y larvas de *P. lineatus*.

AGRADECIMIENTOS

A los Prof. Clarice PIGNALBERI, Elly CORDIVIOLA y Juan C. PAGGI y al Dr. Luis ZUÑIGA por la revisión crítica del manuscrito y las sugerencias brindadas y al Dr. Demetrio BOLTOVSKOY por la traducción del resumen.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 10 décembre 1989

BIBLIOGRAFÍA

- ALHO (G. J. R.), LACHER (T. E.) and GONÇALVES (H. C.), 1988. — Environmental degradation in the Pantanal Ecosystem. *BioScience*, 38 (3) : 164-171.
- BAYLEY (P. B.), 1973. — Studies on the migratory Characin, *Prochilodus platensis* Holmberg, 1889, (Pisces, Characoidi) in the River Pilcomayo, South America. *J. Fish. Biol.*, 5 : 25-40.
- BONETTO (A. A.), 1976. — Calidad de las aguas del río Paraná. Introducción a su estudio ecológico. Dir. Nac. de Const. Portuarias y Vías Navegables. *Inst. Nac. Cienc. Hidricas (INCYTH)*, Argentina, 202 p.
- BONETTO (A. A.) y PIGNALBERI (C.), 1964. — Nuevos aportes al conocimiento de los peces en los ríos mesopotámicos de la República Argentina. *Comunicaciones Inst. Nac. Limnol. Argent.*, 1 : 1-14.
- BONETTO (A. A.), PIGNALBERI (C.), CORDIVIOLA de YUAN (E.) y OLIVEROS (O.), 1971. — Información complementaria sobre migraciones de peces en la cuenca del Plata. *Physis*, XXX (81) : 505-520.
- BONETTO (A. A.), CANON VERÓN (M.) y ROLDÁN (D.), 1981 a). — Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el río Paraná. *Ecosur*, 8 (16) : 29-40.
- BONETTO (C. A.), BONETTO (A. A.) y ZALOCAR (Y.), 1981 b). — Contribución al conocimiento limnológico del río Paraguay en su tramo inferior. *Ecosur*, 8 (16) : 55-88.
- DRAGO (E. C.), 1984. — Estudio limnológico en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. I : Caracteres geomorfológicos e hidrológicos. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 15 (1) : 1-6.
- DELFINO (R.) y BAIGÚN (C.), 1985. — Marcaciones de peces en el embalse de Salto Grande, río Uruguay (Argentina-Uruguay). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 16 (1) : 85-93.
- GARCÍA DE EMILIANI (M. O.), 1990. — Phytoplankton ecology in the Middle Paraná river. *Acta Limnologica Brasiliensis* III (en prensa).
- GÉRY (J.), MAHNERT (V.) et DLOUHY (C.), 1987. — Poissons Characoides non Characidae du Paraguay (Pisces, Ostariophysi). *Rev. suisse Zool.*, 94 (2) : 357-464.
- GODOY (M. P. de), 1975. — Peixes do Brasil, suborden Characoidei. *Ed. Franciscana.*, Vol. I-IV.
- GREENWOOD (P. H.), ROSEN (D. E.), WEITZMAN (S. H.) and MYERS (G. S.), 1966. — Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 131 (4) : 455 p.
- HIRT DE KUNKEL (L. M.), 1985. — Ciclo reproductivo y fecundidad del dorado *Salminus maxillosus* Valenciennes 1840 (Pisces, Characiformes : Characidae). *Historia Natural*, 5 (14) : 105-118.
- LÓPEZ (H. L.), MENNI (R. C.) y MIQUELARENA (A. M.), 1987. — Lista de los peces de agua dulce de la Argentina. *Biol. Acuatica*, 12 : 50 p.
- LÓPEZ (R. B.), 1972. — Migración de peces en el río Bermejo. *GAEA*, XV : 138-143.
- LOWE-McCONNELL (R.), 1987. — Ecological studies in tropical fish communities. *Cambridge University Press*, 382 p.
- MASTRARRIGO (V.), 1949. — El dorado. Contribución a su conocimiento biológico. *Min. Agr. Gan. Publ. Miscel. Buenos Aires*, (314) : 1-8.
- MARGALEF (R.), 1983. — El proyecto del Paraná medio y su incidencia sobre la ecología regional. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 14 (1) : 29-46.
- OLDANI (N. O.) y OLIVEROS (O.), 1984. — Estudio limnológico en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. XII : Dinámica temporal de peces de importancia económica. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 15 (2) : 176-183.
- RAMAGE (C. S.), 1986. — El Niño. *Investigación y Ciencia*, (119) : 40-48.
- RINGUELET (A.), ARAMBURU (R.) y ALONSO DE ARAMBURU (A.), 1967. — Los peces argentinos de agua dulce. *Com. Inv. Cient., La Plata*, 602 p.
- SABATINI (R. A.), LALLANA (V. H.) y MARTA (M. C.), 1983. — Inventario y biomasa de plantas acuáticas en un tramo del valle del río Paraná medio. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 14 (2) : 179-191.
- TABLADO (A.) y OLDANI (N. O.), 1984. — Consideraciones generales sobre las migraciones de peces en el río Paraná. *Bol. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, IV (3) : 31-34.
- TABLADO (A.), OLDANI (N. O.), ULIBARRIE (L.) y PIGNALBERI DE HASSAN (C.), 1988. — Dinámica temporal de la taxocenosis de peces en una laguna del valle aluvial del río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. trop.*, 21 (4) : 335-348.
- WELCOMME (R. L.), 1985. — River fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.* : (262), 330 p.