

Tesis de Posgrado

Deriva de larvas de Sabalo, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847) y otras especies de peces de interes comercial, en el Río Paraná Inferior

Fuentes, Carlos Mariano

1998

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias
Biológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Fuentes, Carlos Mariano. (1998). Deriva de larvas de Sabalo, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847) y otras especies de peces de interes comercial, en el Río Paraná Inferior. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3074_Fuentes.pdf

Cita tipo Chicago:

Fuentes, Carlos Mariano. "Deriva de larvas de Sabalo, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847) y otras especies de peces de interes comercial, en el Río Paraná Inferior". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1998.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_3074_Fuentes.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

TESIS DOCTORAL

TEMA : "DERIVA DE LARVAS DE SABALO, *PROCHILODUS LINEATUS* (Valenciennes, 1847) Y OTRAS ESPECIES DE PECES DE INTERES COMERCIAL, EN EL RIO PARANA INFERIOR"

por

CARLOS MARIANO FUENTES

DIRECTOR: ALBERTO ESPINACH ROS

NOVIEMBRE DE 1998

№3 07 4

INDICE GENERAL

CONTENIDO	(Pag.)
- RESUMEN	(1)
- ABSTRACT	(2)
1. - INTRODUCCION GENERAL	(3)
1.1 - EL RIO PARANA	(4)
1.2. , ICTIOFAUNA Y PESQUERIAS	(4)
1.3 - EL SABALO (<i>PROCHILODUS LINEATUS</i>)	(5)
1.4. ESTADIOS TEMPRANOS DE PECES, TAXONOMIA Y ECOLOGIA	(8)
1.5.1 HUEVOS Y LARVAS DE <i>PROCHILODUS LINEATUS</i>	(9)
1.5.2 OTRAS ESPECIES DE PECES	(13)
1.5.3 ANTECEDENTES SOBRE ESTUDIOS DE ECOLOGIA DE LARVAS DE PECES DE LA CUENCA DEL PLATA	(13)
1.5.3.1 ALTO RIO PARANA	(13)
1.5.3.2 RIO PARANA MEDIO	(15)
1.5.3.3 RIO IGUAZU - EMBALSE DE SEGREDO	(15)
1.5.3.4 RIO URUGUAY	(16)
1.6 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	(17)
1.7 OBJETIVO GENERAL DE ESTE TRABAJO	(18)
1.8 PREGUNTAS	(18)

CAPITULO 1

"DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DEL ICTIOPLANCTON EN UN PUNTO DEL BAJO DELTA DEL RÍO PARANÁ"

1. - INTRODUCCIÓN	(20)
2 - MATERIALES Y MÉTODOS	(20)
3. - RESULTADOS	(22)
4. - DISCUSIÓN	(23)
5. - TABLAS	(27)
6. - FIGURAS	(31)

CAPITULO 2

"VARIACION DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DEL SABALO, PROCHILODUS LINEATUS, ESTIMADA POR EL FLUJO DE LARVAS, EN EL RIO PARANA INFERIOR, DURANTE EL PERIODO 1991-1994"

1. - INTRODUCCIÓN	(38)
2. - MATERIALES Y MÉTODOS	(39)
3. - RESULTADOS	(40)
4. - DISCUSIÓN	(42)
5. - TABLA	(46)
6. - FIGURAS	(48)

- CAPITULO 3***"COMPARACION DEL ICTIOPLANCTON ENTRE SITIOS DEL TRAMO MEDIO Y EL DELTA DEL RÍO PARANÁ"***

1. - INTRODUCCIÓN	(55)
2. - MATERIALES Y METODOS	(55)
3. - RESULTADOS	(57)
4. - DISCUSION	(59)
5.- TABLAS	(61)
6.- FIGURAS	(64)

CAPITULO 4***"CAPTURA DE ESTADIOS LARVALES DE SABALO PROCHILODUS LINEATUS Y OTRAS ESPECIES DE PECES, EN UNA LAGUNA DEL RIO PARANA MEDIO, MEDIANTE EL USO DE TRAMPAS DE LUZ"***

1.- INTRODUCCION	(69)
2.- MATERIALES Y METODOS	(70)
3.- RESULTADOS	(71)
4.- DISCUSION	(72)
CONCLUSION	(74)
5.- TABLAS	(75)
6.- FIGURAS	(78)

- CAPITULO 5***"IDENTIFICACION DE LOS ESTADIOS TEMPRANOS DE DESARROLLO"***

1.- INTRODUCCION	(81)
2.- METODOLOGIA EMPLEADA PARA LA CRIA DE LARVAS	(82)
3. - LISTADO DE FOTOGRAFIAS Y REFERENCIAS	(85)

- DISCUSION GENERAL

1.-DERIVA DE HUEVOS Y LARVAS EN EL RIO PARANA, LOCALIZACION DE AREAS DE DESOVE	(111)
2.- CRONOLOGIA DE LA REPRODUCCION	(112)
3.- PICOS REPRODUCTIVOS Y CICLOS MIGRATORIOS	(114)
4.- DISTRIBUCION ESPACIAL DE HUEVOS Y LARVAS	(116)
5. IMPLICANCIAS EN EL MANEJO DE LAS POBLACIONES DE PECES	(118)
TABLA I	(120)
FIGURAS I y II	(121-122)
6.- CONCLUSIONES	(123)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

(125)

AGRADECIMIENTOS

(136)

RESUMEN. Deriva de larvas de sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847) y otras especies de peces de interés comercial, en el río Paraná Inferior.

Entre 1990 y 1997 se realizaron diversos muestreos para el estudio de la deriva de larvas de sábalo *Prochilodus lineatus* y otros peces de interés comercial en el río Paraná Inferior, a la altura del límite con el río Paraná Medio (ciudad de Diamante) y el río Paraná de Las Palmas (ciudad de Zárate).

Se observaron diferencias en la composición específica y la densidad de larvas. No obstante, el sábalo fue la especie más abundante en ambos sitios, donde representó más del 40 % del ictioplancton. La presencia de huevos de peces, así como de estadios muy tempranos de sábalo solamente en Diamante, al norte, sugiere que los desoves de los stocks meridionales de ésta, y otras especies migratorias, tienen lugar principalmente en el tramo medio del río Paraná.

El sábalo se reprodujo activamente al final de la primavera y en el verano con temperaturas del agua entre 22 °C y 27 °C. Los datos sugieren que el ciclo de maduración podría ser controlado por el fotoperíodo y/o la temperatura, mientras que los ascensos sostenidos del nivel de las aguas dispararían la actividad reproductiva masiva.

Estas investigaciones apoyan la hipótesis de que el sábalo, en el curso de su evolución, ha desarrollado una estrategia reproductiva compleja, que involucra desplazamientos ascendentes, desoves en el canal asociados a las crecientes, y dispersión de los estadios de desarrollo tempranos en una extensa área de cría aguas abajo. Esta es una de las características biológicas que explicarían la abundancia de la especie, pero, al mismo tiempo, la hacen particularmente vulnerable a las transformaciones ambientales, como las producidas por la construcción de represas

ABSTRACT. Larval drift of sábalo, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847) and other fish species with commercial value, in the lower Paraná river.

During 1990 to 1997, several sampling programs to study the larval fish drift of the "sábalo" *Prochilodus lineatus*, were carried out in the limit between the middle and the lower Paraná river (Diamante City) and southwards in Paraná de Las Palmas river (Zárate City). There were differences in the species composition and densities of larval fish between sites. However, the "sábalo" *Prochilodus lineatus*, was the most abundant species, reaching more than 40 % in both cases.

Presence of fish eggs and newly hatched larvae of sábalo only at the northern site, suggests that the spawning areas of the meridional stocks of these and other migratory species are located in the Middle Paraná river.

Sábalo actively spawned in late spring and summer with water temperatures between 22 °C and 27 °C. Data suggest that the maturation cycle could be overly controlled by factors as photoperiod and/or water temperature, while raising water levels may trigger massive spawning activity.

These studies support the hypothesis that sábalo has evolved a complex reproductive strategy, involving upstream migrations, channel spawning during rising waters, and a wide dispersion of larvae in extensive downstream nursery areas. This may be one of the biological features that explain the great abundance of this species, but at the same time makes it particularly vulnerable to environmental transformations, as those produced by damming.

Keywords: Fishes - Paraná River - Larvae - Spawning - Prochilodontinae

1.- INTRODUCCION GENERAL

Las larvas de peces son organismos ecológicamente distintos de los estadios adultos. Habitualmente tienen otros requerimientos de hábitat y juegan diferentes roles en la comunidad acuática. Frecuentemente el ambiente donde eclosionan las larvas, no es el adecuado para el desarrollo posterior y la estrategia reproductiva involucra desplazamientos pasivos o activos de las larvas hacia áreas de cría donde las condiciones son favorables. Los efectos producidos por los cambios en el hábitat o la estructura de la comunidad sobre los estadios tempranos de peces, en particular huevos y larvas, pueden diferir enormemente de los que sufren los juveniles o adultos (SNYDER 1985).

La pérdida o alteración de las áreas de cría por la instalación y operación de represas u otras modificaciones de la circulación del agua, son los impactos ambientales más típicos. Además, es frecuente que los peces sean más sensibles a la contaminación en sus estadios larvales que durante otros períodos de desarrollo (SNYDER, 1983, 1985). En general, los trabajos de investigación sobre larvas de peces en ríos fueron realizados con el objeto de estudiar la historia de vida de las especies y los impactos producidos por obras hidroeléctricas o termoeléctricas sobre las poblaciones de peces (GALLAGHER y CONNER, 1983). El conocimiento de la dinámica de los estadios de vida tempranos en ambientes fluviales es de enorme importancia para el establecimiento de normas de protección y manejo de las poblaciones de peces de agua dulce. Además de brindar precisiones acerca de las áreas de reproducción, facilita la identificación de las zonas de cría y provee información sobre los efectos producidos en las poblaciones de peces, por la intensidad y diversidad de las actividades humanas desarrolladas en los sistemas fluviales. Es probable que muchos de los impactos negativos, operen con particular intensidad en zonas donde transcurren los primeros meses de vida de los peces.

En el tramo argentino del río Paraná se proyectan varias obras hidroeléctricas, un aumento de la navegación por el proyecto de la Hidrovía Paraná-Paraguay, y puede esperarse un incremento de la contaminación agrícola, urbana e industrial, lo que plantea la urgente necesidad de determinar las áreas críticas involucradas en el proceso de la reproducción de los peces de importancia económica, especialmente los de hábitos migratorios.

1.1 EL RIO PARANA

El Río Paraná, segundo en importancia de América del Sur luego del río Amazonas, tiene una longitud de 4000 km y una cuenca de drenaje de 2.610.000 km², que abarca parte de los territorios de Paraguay, Brasil, Bolivia y Argentina. El recorrido de sus tramos superior, medio e inferior, presenta diferencias geomorfológicas bien marcadas. A partir de un paisaje de perfil escalonado e irregular en el tramo superior, las características del río Paraná se van modificando desde la confluencia con el río Paraguay. Desde allí el Paraná presenta grandes cambios en sus características geomorfológicas, hidrológicas y limnológicas dando el paisaje típico del Paraná medio (BONETTO *et al*, 1969), con un predominio de la llanura de inundación, que crece en importancia aguas abajo hasta aproximadamente la ciudad de Paraná (Fig 1). Al sur, desde la ciudad de Rosario, el drenaje adopta un patrón dendrítico (BONETTO, 1971). A la altura de la ciudad de Baradero, el curso principal del río Paraná inferior forma un amplio delta de 15.000 km² y se divide en dos brazos, el río Paraná Guazú y el río Paraná de las Palmas, los cuales se extienden hasta la desembocadura en el Río de la Plata (Fig 1).

1.2 ICTIOFAUNA Y PESQUERIAS

RINGUELET *et al* (1967) y BONETTO (1986) han descripto y comparado la fauna íctica de la cuenca del Plata, con otras provincias ictiofaunísticas del Dominio Paranaense. La ictiofauna del río Paraná, como ocurre en otros grandes ríos de Sudamérica, tiene una gran diversidad específica, aunque pocos taxones de alto nivel. Los caraciformes y siluriformes, entre los que se encuentran desde formas primitivas hasta altamente evolucionadas, son predominantes. Los caraciformes, que comprenden el 40 % de la fauna íctica, están representados por especies ictiófagas, granívoras, iliófagas y omnívoras en estado adulto. El grupo más numeroso de los caraciformes se encuentra representado por los de la familia Tetragonopteridae, que incluye especies de hábitos sedentarios y migratorios. Las primeras son de tamaño pequeño a medio y predominan en ambientes leníticos y semi-leníticos. Las especies de hábitos migratorios, son en general potamodrómicas. La mayoría de las especies de importancia comercial y deportiva como el dorado *Salminus maxillosus*, el pacú *Piaractus mesopotamicus*, la boga *Leporinus obtusidens* son migratorias. El

sábalo *Prochilodus lineatus*, únicamente tiene valor comercial y es también una de las especies migratorias de tamaño considerable. Estas, pueden desplazarse cientos de kilómetros río arriba para desovar y los individuos en estadio larval, alcanzan las lagunas de la llanura de inundación, donde se crían. Varios autores mencionaron la importancia del desarrollo de la llanura aluvial en la determinación de la composición y estructura de la comunidad de peces (AGOSTINHO *et al.*, 1993, 1997; BONETTO, 1963, 1976, 1986; LOWE MC'CONNEL, 1987) y su reflejo en las pesquerías (WELCOMME, 1985; QUIROS, 1990).

Los siluriformes, representados por ocho familias, también incluyen especies que abarcan todos los niveles tróficos y tipos de alimentación; en cambio, su patrón migratorio, cuando existe, parece ser más complejo, en especial el de las especies de mayor tamaño. Estas últimas se encuentran comprendidas principalmente en la familia Pimelodidae, que incluye a los grandes "bagres" como el surubí *Pseudoplatystoma coruscans* y el patí *Luciopimelodus pati*.

1.3 EL SABALO (*Prochilodus lineatus*)

Los recursos pesqueros de la baja cuenca del Plata, sustentan más del 90% de la producción pesquera continental del país, y originan el desarrollo de importantes pesquerías deportivas. En el río Paraná inferior el nivel de explotación pesquera alcanza a unas 10.000 t anuales, el 95 % de las cuales corresponden a las capturas de sábalo, *Prochilodus lineatus*. En el tramo medio, la captura anual es de 3.000 t y está integrada principalmente por los surubíes, de las cuales el 70 % la constituye el surubí, *Pseudoplatystoma coruscans* y *P. fasciatum*, y el sábalo (alrededor de un 20 %) (ESPINACH ROS y DELFINO, 1993). De acuerdo con estos datos, *P. lineatus*, es la especie de mayor importancia comercial del río Paraná en territorio argentino. SVERLIJ *et al.*, (1993), recopilaron la información disponible sobre los datos biológicos y pesqueros del sábalo. Sus principales áreas de distribución son los ríos Paraná, Uruguay y Río de la Plata. Este pez, de alimentación iliófaga en sus etapas juvenil y adulta, ha sido señalado como el más abundante del área, donde constituye alrededor del 60% de la ictiomasa total (BONETTO *et al.*, 1969). Se considera que gran parte del flujo de energía del sistema se canaliza a niveles tróficos superiores a través de sus estadios tempranos y juveniles (BONETTO *et al.*, 1969; BONETTO,

1986, OLDANI, 1990), por lo que constituye una especie clave para la comunidad ictica. Sus fases adultas permanecen en los canales de los ríos, aunque suelen encontrarse ejemplares adultos en ambientes leníticos de la llanura aluvial con fondo blando y fangoso. Su abundancia se incrementa con el desarrollo del valle de inundación QUIROS y CUCH (1988).

El modelo generalizado de las migraciones propuesto para el sábalo y otros Characiformes (BONETTO *et al.*, 1981; BONETTO & CASTELLO, 1985; SVERLIJ *et al.*, 1993) sostiene que estos peces migran aguas arriba por motivaciones reproductivas en recorridos que pueden ser muy extensos y definidos. Alcanzadas las zonas de reproducción se producen los desoves y los huevos, larvas y juveniles derivan aguas abajo y se concentran en las márgenes. Desde allí, las crecientes les permiten ingresar en ambientes lénticos de la planicie aluvial, propicios para su cría. GODOY (1959) para *P. scrofa* y Novoa (1982) para *Semaprochilodus laticeps* en el río Orinoco, ambas especies próximas a *P. lineatus* y GOULDING (1980) para varias especies de caraciformes en el río Amazonas, han sugerido el mismo mecanismo de dispersión. En los ambientes marginales permanecen uno o mas años hasta su salida al río en el tamaño apropiado, durante la conexión de los cuerpos de agua de la llanura de inundación y el canal principal, en la fase de aguas altas. Este esquema generalizado, presenta particularidades en diferentes regiones del área de distribución de la especie (SVERLIJ *et al.*, 1993).

Las marcaciones de peces en el tramo final del río Paraná medio mostraron movimientos ascendentes de sábalo en otoño desde el Río de la Plata y el bajo río Uruguay hasta el tramo inferior y medio del río Paraná y descendentes en primavera hacia el Río de la Plata (BONETTO y PIGNALBERI, 1964; BONETTO *et al.*, 1971; ESPINACH ROS *et al.*, 1982). Los desplazamientos ascendentes fueron asociados a un pico reproductivo otoñal (PIGNALBERI, 1967; VIDAL, 1967) y al gradiente de temperatura que se establece en otoño e invierno, con valores altamente variables y mínimos muy bajos en el extremo del área (BONETTO 1963, ESPINACH ROS *et al.*, 1990). Los desplazamientos descendentes durante la primavera representarían el retorno al área trófica, constituida por los tramos inferiores de los ríos Paraná y Uruguay, y el Río de la Plata, con extensas áreas de sedimentos con alto contenido de materia orgánica. La temperatura ha sido mencionada como un factor importante en la determinación de la emigración de los cardúmenes de sábalo desde el Río de

la Plata y del río Uruguay inferior, hacia el tramo inferior y medio del río Paraná en otoño-invierno (BONETTO *et al.*, 1981; ESPINACH ROS *et al.*, 1998)

BONETTO *et al.*, (1971) detectaron desplazamientos bien definidos de hasta 700 km en primavera en el río Bermejo. De manera semejante BAYLEY (1973), durante el estiaje del río Pilcomayo, observó migraciones de sábalo de al menos 900 km, con un predominio de ejemplares maduros durante octubre y noviembre, y de individuos desovados durante los desplazamientos descendentes de verano, en coincidencia con aguas altas.

Según BONETTO (1963) y SVERLIJ *et al.*, (1993) las especies migratorias tendrían un comportamiento más definido en los tramos superiores y en los afluentes de los ríos que en el potamon, con excepción del Río de la Plata y el bajo río Uruguay, donde el factor térmico y la localización de las áreas de cría, podría determinar los desplazamientos masivos en el sector meridional de la cuenca del Plata.

Las diversas especies de peces muestran diferentes estrategias reproductivas. Existen evidencias directas o indirectas que indicarían una "estrategia desovante de canal" para algunas especies y un desove netamente asociado a las lagunas marginales de la planicie de inundación, y a ambientes someros, para otras. Si bien en la mayoría de los ríos, no es frecuente observar directamente los desoves de las especies de peces, la presencia abundante de huevos y larvas en la deriva sugiere un desove asociado a ambientes lóticos (REYNOLDS, 1983), y, por el contrario, su total ausencia indica un desove en ambientes leníticos. Además, las características de los huevos, como el espacio perivitelínico, y de los estadios larvales, como la ausencia de pigmentación ocular al nacer, etc, han sido asociadas con desoves en ambientes turbulentos (ARAUJO LIMA, 1989; CONTRERAS CASTRO y CONTRERAS CASTRO, 1990). Desde hace años, existe la opinión por parte de autores y pobladores ribereños, de que *Prochilodus lineatus* desova en aguas altas en el río Paraná. SVERLIJ *et al* (1993) mencionan los resultados de GODOY (1954), quien observó desoves de *P. scrofa*, una especie muy próxima a *P. lineatus*, en aguas altas. BAYLEY (1973), sin embargo, registró un desove de *P. lineatus* en el río Pilcomayo, en aguas bajas y con poca corriente. En general, los distintos enfoques de varios autores han apoyado la hipótesis que sostiene que los desoves de sábalo y otros peces migratorios son estimulados por ascensos del nivel hidrométrico (BONETTO *et al*, 1981; OLDANI, *op. cit.*; OLDANI *et al.*, 1992; TABLADO y OLDANI 1984; TABLADO *et al.*, 1988).

La época de reproducción del sábalo en la cuenca del Plata, se ha inferido mediante el estudio del estado de maduración gonadal de individuos adultos (BONETTO, 1963; OLDANI y OLIVEROS, 1984; PIGNALBERI, 1965; PODDUBNYI *et al.*, 1986; TABLADO *et al.*, *op. cit.*). Los máximos de actividad reproductiva observados se produjeron durante noviembre y diciembre (TELICHEVSKY *et al.*, 1987; OLDANI, 1990), meses en los que históricamente se producen las crecientes del río Paraná. Además de la información surgida de los estudios sobre individuos adultos, se ha observado la presencia de larvas desde el comienzo del ascenso de las aguas en primavera hasta marzo (PODDUBNYI *et al.*, 1986) y durante noviembre y abril (OLDANI y OLIVEROS, 1984). En un estudio sobre los cambios en la estacionalidad de la abundancia de peces en ambientes del Paraná medio, a la altura del eje entre las ciudades de Santa Fe y Paraná, se observó el predominio del sábalo en la composición del ictioplancton en los cursos principales durante noviembre y diciembre (OLDANI, 1990), lo que sugiere que sus desoves están asociados principalmente a ambientes lóticos y que éstos son los meses con mayor actividad reproductiva.

1.4 ESTADIOS TEMPRANOS DE PECES, TAXONOMIA Y ECOLOGIA.

Uno de los principales obstáculos asociados con la aplicación de estudios de ictioplancton es el de carácter taxonómico. Los problemas existentes en la identificación de los peces se deben principalmente a que la bibliografía especializada contiene relativamente pocas especies descritas en sus estadios de vida tempranos. Es también limitado el número de especialistas con conocimientos amplios en la identificación de huevos y larvas. La combinación de un alto número de especies, la gran similitud morfológica de las larvas, el desconocimiento de los estadios larvales de muchas especies, la falta de literatura comparativa y los errores publicados complican el trabajo de la identificación (FUIMAN *et al.*, 1983). La identificación de las larvas de peces requiere la integración de diversa información, que incluye la presencia de determinados caracteres y similitudes entre especímenes. Los caracteres únicos o diagnósticos tienden a ser mucho más escasos que en los adultos (MARLIAVE, 1988). Se han utilizado caracteres morfométricos, merísticos y patrones de pigmentación en diferentes partes del cuerpo. No obstante, los caracteres suelen no tener valor en todo el periodo larval, y resultan no ser los mismos en diferentes etapas de desarrollo (MARTINEZ, 1984), ni

entre grupos cercanos (FUIMAN, 1983). El proceso de identificación ha sido encarado frecuentemente a partir de la descripción de estadios larvales provenientes de desoves controlados de parentales inequívocamente identificados (SNYDER, 1976, 1981, 1988; KEMPINGER, 1988, SIMON *et al*, 1987; MARTINEZ, 1984, entre otros). Si esto presenta dificultades, puede recurrirse a la cría en laboratorio de larvas capturadas en ambientes naturales, para obtener secuencias de desarrollo hasta tallas en que las especies o grupos son reconocibles (AHLSTROM & MOSER, 1976; NAKATANI *et al*, 1997 a, b; SALZMANN, 1993).

1.5.1 HUEVOS Y LARVAS DE *PROCHILODUS LINEATUS*

ESPINACH ROS *et al.*, (1984) mencionaron las características de los huevos de *P. lineatus* en muestras obtenidas por inducción hormonal de individuos adultos capturados en el río Paraná medio. Los huevos hidratados son esféricos y poseen una membrana capsular delgada y transparente que limita un amplio espacio perivitelínico, con un diámetro medio de la membrana capsular de 1,8 mm.

Por otra parte, MUÑIZ SAAVEDRA (com. pers., citada en SVERLIJ *et al.*, 1993), describió el desarrollo de las fases larvales a partir de ejemplares criados en laboratorio (entre 24 ° C y 28 ° C) (Fig I). La larva vitelínica recién eclosionada mide entre 3,4 mm y 4,4 mm de longitud total. El saco vitelínico, con un diámetro mayor de aproximadamente 1,25 mm, presenta una prolongación ventral, paralela al intestino, que llega hasta la posición del ano. Los miómeros en la larva recién eclosionada pueden alcanzar el número de 30. El ojo no se encuentra pigmentado, y se pueden distinguir las cápsulas óticas y olfatorias. La aleta primordial se origina por detrás de la perpendicular que pasa por el borde posterior del saco vitelino y se extiende ventralmente hasta un poco por delante de la misma.

Durante el segundo día de vida, las larvas presentan una longitud total entre 4,7 mm y 6,3 mm. El saco vitelino se extiende menos hacia la parte posterior del cuerpo y el número de miómeros aumenta hasta 43. El ojo se muestra levemente pigmentado y se inicia la formación de la boca y el tubo digestivo. Se observan pliegues

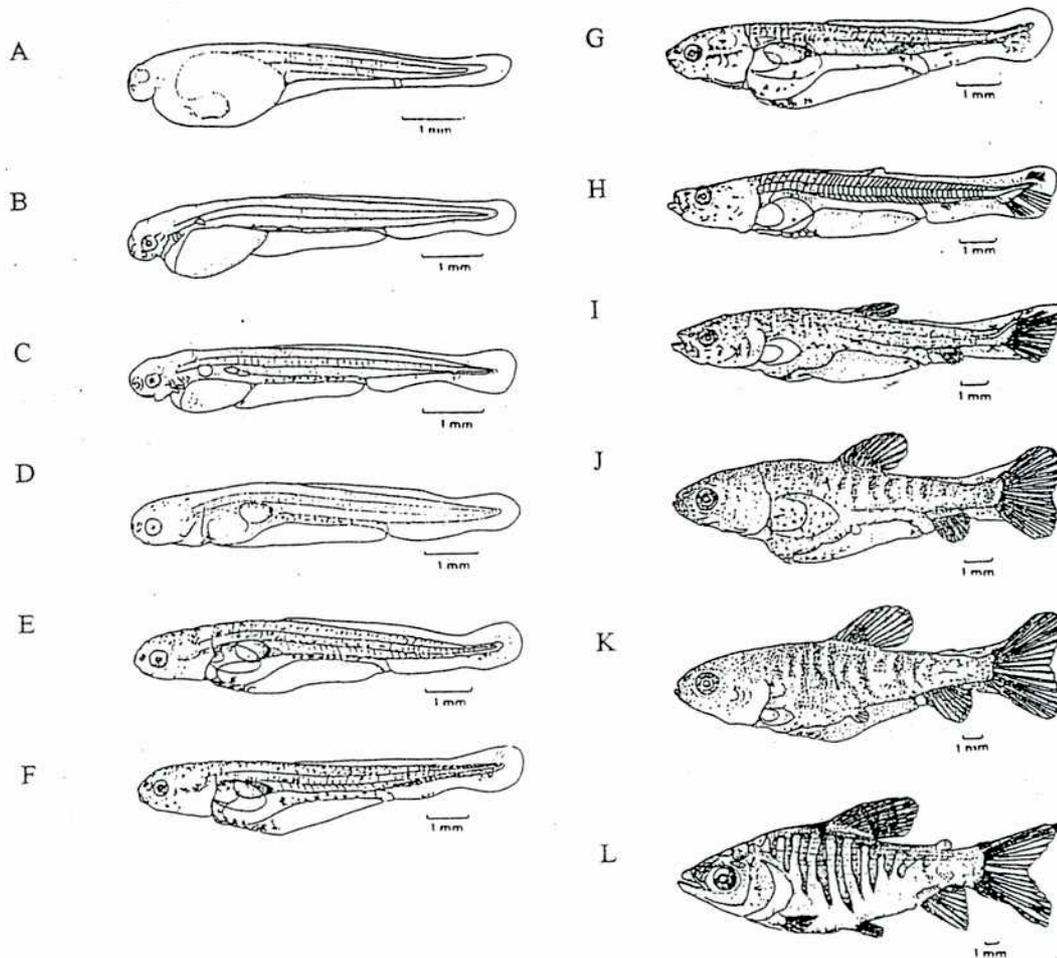


Figura I. Estadios larvales y juveniles de sábalo *Prochilodus lineatus* (Tomado de MUÑIZ SAAVEDRA, inédito, en SVERLIJ *et al.*, 1993).

- A - Larva recién eclosionada de 4,4 mm de longitud total.
- B - Larva de 2 días de 6,3 mm de longitud total.
- C - Larva de 4 días de 6,7 mm de longitud total.
- D - Postlarva de 6 días de 7,17 mm de longitud total.
- E - Postlarva de 9 días de 8,30 mm de longitud total.
- F - Postlarva de 11 días de 9,30 mm de longitud total.
- G - Prejuvenil de 16 días de 8,5 mm de longitud total.
- H - Prejuvenil de 20 días de 10,5 mm de longitud total.
- I - Prejuvenil de 23 días de 13,6 mm de longitud total.
- J - Prejuvenil de 27 días de 13,8 mm de longitud total.
- K - Juvenil de 20 mm de longitud total.
- L - Juvenil de 50 días de 28,13 mm de longitud total.

Nota: Según la clasificación de los estadios de desarrollo de SNYDER, (1981) corresponderían a: Protolarva (A-D); Mesolarva (E-H) y Metalarva (I-K).

mebranosos con función branquial. La vejiga natatoria se evidencia dorsalmente al saco vitelino. En ambos flancos se aprecian los primordios de las aletas pectorales. El tercer día, la longitud media alcanza a 6,8 mm, el saco vitelino se reduce considerablemente y el número de miómeros se encuentra entre 43 y 45. Se completa la pigmentación de los ojos, y las narinas, como depresiones simples, se ubican por delante estos. Se desarrollan las branquias y comienza la formación del opérculo.

Al cuarto día, con una media de 7,3 mm de largo total, las larvas presentan el tubo digestivo casi totalmente formado. El opérculo se desarrolla y cubre las branquias. Los melanóforos aumentan en número y se distribuyen principalmente en la parte superior de la cabeza, en las paredes de la cavidad pericárdica y a lo largo del tubo digestivo.

Ya en el quinto y sexto días, las larvas comienzan a ingerir alimentos, mientras aún conservan restos del saco vitelínico. La longitud total de los individuos varía entre 6,9 mm y 8,0 mm, y el número de miómeros entre 43 y 45. El opérculo cubre totalmente las branquias. La altura del cuerpo no sobrepasa el 18 % de la longitud total. La cabeza es angosta, su ancho representa entre el 5% y el 13 % de su longitud, mientras que el diámetro del ojo ocupa el 25 % de la misma. Las aletas pectorales aumentan de tamaño y alcanzan a cubrir hasta la mitad de la vejiga natatoria. La pigmentación es más intensa en la región dorsal de la cabeza, en la región cardíaca y a lo largo del tubo digestivo. Esta fase, denominada post-larval por la autora, finaliza cuando se produce la flexión de la notocorda y aparecen los radios de las aletas impares, entre 8,8 mm y 9,8 mm de longitud total. Las larvas nadan activamente.

En la descripción se denomina como pre-juveniles a los individuos entre 11 y 15 días de vida en los cuales aparecen algunos radios en la aleta caudal, que es la primera en desarrollarse. En ese momento, se nota una disminución de la distancia al ano en relación a la longitud total, que llega al 60 %. La cabeza se alarga y alcanza el 29 %, pero el ancho se mantiene en el 18 % de la longitud total. El ojo mantiene sus proporciones con respecto al estadio anterior. La altura del cuerpo es mayor, y representa el 22 % de la longitud total.

En ejemplares de 12,78 mm de longitud total con 18 días de edad se observaron 10 radios dorsales y 9 ventrales completos en la aleta caudal. La aleta dorsal se escinde de la aleta primordial cuando los individuos alcanzan aproximadamente 8,5

mm de longitud. En ese lugar se observa un aumento de la pigmentación. Entre los 18 y 20 días, se observan 3 o 4 radios en la aleta dorsal. En ejemplares mayores de 15 mm se distinguen 4 bandas oblicuas en la aleta. La zona de formación de la aleta anal esta pigmentada en ejemplares de 8,5 mm a 9,0 mm. Sus primeros radios comienzan a desarrollarse casi simultáneamente con los de la aleta dorsal. A los 18 días y a los 13,13 mm de longitud total los ejemplares se presentan todos con la totalidad de los radios formados. En ejemplares de aproximadamente 13,8 mm se observa un repliegue de la aleta primordial levemente pigmentado, que alcanza la forma definitiva de aleta adiposa a partir de los 20 mm de longitud total.

La aleta pectoral comienza teniendo el aspecto larval al inicio de la fase prejuvenil. Los radios de estas aletas comienzan a formarse en ejemplares mayores de 20 mm. Los primordios de las aletas ventrales se evidencian desde de los 13,8 mm. El número final de radios (8 a 9) se presenta en ejemplares a partir de 17,7 mm de longitud total.

Si bien no hay cambios básicos de coloración, la cantidad de cromatóforos va en aumento. En individuos de 13,8 mm de longitud total se distinguen entre 9 y 10 fajas dorso ventrales bien definidas, que luego se pierden en estado adulto.

ROSSI (1993), estudió la evolución morfológica del aparato digestivo de postlarvas y prejuveniles de sábalo y su relación con la dieta. Se observaron evidencias de alimentación a partir de los 7,5 mm de longitud total. Con el desarrollo se produce un cambio en la dieta. En individuos con tallas comprendidas hasta 14 mm, los cladóceros fueron predominantes; en la dieta a partir de esta talla disminuye el número de microcrustáceos ingeridos y predominan las algas, rotíferos, protozoos y detritus. El tubo digestivo se alarga y adquiere la configuración del adulto, los dientes orales pasan de cónicos a espatulados, se disponen sobre los labios y los faríngeos inferiores son reabsorbidos. Las modificaciones del aparato filtrador branquial favorecen la retención de partículas pequeñas. Todos los cambios morfológicos evidencian una progresiva especialización hacia el "tipo detritívoro".

LIBERTELLI y ESPINACH ROS (1994) estudiaron los efectos del retardo en la iniciación de la alimentación externa en la supervivencia y el crecimiento de larvas de sábalo. La supervivencia de estas larvas disminuyó marcadamente, hasta un valor de 52 %, recién cuando el retardo de la primera alimentación con nauplii de *Artemia* fue de 8 días luego de la reabsorción del vitelo. Todas las larvas que

sobrevivieron al ayuno, hasta en los períodos más prolongados, se recuperaron y crecieron normalmente. Los autores sostienen que la tolerancia al ayuno es una ventaja evidente, en el contexto de la estrategia reproductiva de la especie.

1.5.2 OTRAS ESPECIES DE PECES

Se han publicado descripciones de estadios larvales de *Salminus maxillosus* (MORAIS FILHO & SCHUBART, 1955), *Apareiodon affinis* (OLDANI, 1977), *Thoracocharax stellatus* (OLDANI, 1978), de *Pimelodus maculatus* (OLDANI, 1984), *Apareiodon vittatus*, *Glanidium ribeiroi*, *Pimelodus* spp., *Rhamdia* sp, e *Hypostomus* sp, (NAKATANI *et al.*, 1997), *Megalodroras laevigatulus*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Leporinus obtusidens*, *Prochilodus lineatus* y *Raphiodon vulpinus* (SALZMANN, 1993).

1.5.3 ANTECEDENTES SOBRE ESTUDIOS DE ECOLOGIA DE LARVAS DE PECES DE LA CUENCA DEL PLATA

El rol ecológico y el de hábitat de huevos, larvas y juveniles de peces pueden ser completamente diferentes al de los preadultos y adultos, y usualmente cambian a medida que los peces crecen y se desarrollan pasando por sus distintas fases larvales. La información detallada sobre estos cambios es crítica tanto para el manejo de los recursos pesqueros como para la evaluación de impactos de las actividades del hombre sobre las poblaciones de peces (SNYDER, 1983). Es escaso el número de trabajos que se ocupan de la dinámica de huevos y larvas de peces en grandes ríos (NAKATANI *et al.*, 1993), en especial la de los grandes peces migratorios sudamericanos. La mayoría de los estudios realizados han formado parte de los programas de evaluación de impactos de represas en grandes ríos.

1.5.3.1 ALTO RÍO PARANÁ

AGOSTINHO *et al.*, (1993) estudiaron la estratificación espacial y el comportamiento de *Prochilodus scrofa*, una especie taxonómicamente muy próxima a *P. lineatus*, en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y el embalse de Itaipú. En este trabajo se establece que los desoves ocurrieron entre noviembre y marzo en ambientes lóticos aguas arriba del embalse de Itaipú, en

condiciones de temperaturas y niveles hidrométricos crecientes. Las larvas ingresan a las áreas inundadas (canales marginales y lagunas), donde se alimentan y crecen hasta los dos años. No obstante, el confinamiento de formas jóvenes de esta especie en lagunas y canales no es un fenómeno de ocurrencia absoluta y permanente, ya que en años de inundaciones extraordinarias las formas jóvenes se registraron en todos los ambientes muestreados, incluso en el embalse de Itaipú.

NAKATANI *et al.* (1993) estudiaron la distribución de las larvas de corvina *Plagioscion squamosissimus* en el embalse de Itaipú, y encontraron altas densidades que variaron espacial y temporalmente. La mayor presencia de larvas fue observada en las zonas de transición entre el ambiente lótico y lenítico, localizadas en las bocas de los tributarios. Las densidades más altas estuvieron relacionadas con valores elevados de temperatura y pH, y declinaciones de la conductividad eléctrica del agua.

NAKATANI *et al.* (1997_a) estudiaron la ecología de huevos y larvas de peces en el río Paraná al norte del embalse de Itaipú. Las densidades más altas de huevos de peces se observaron en las cabeceras de los tributarios de ambos márgenes del río Paraná, mientras que las de larvas tendieron a ser mayores hacia la desembocadura de los mismos. Los autores encontraron especies que desarrollaron todas las fases de su ciclo de vida en áreas inundadas (sedentarias), con adaptaciones etológicas y fisiológicas a los periodos de sequía. Algunas de estas, como *Serrasalmus spilopleura*, *S. marginatus* y *Loricariichthys platymetopon*, incluso presentan adaptaciones apropiadas para el cuidado de la prole. Otras están adaptadas para soportar bajas concentraciones de oxígeno. Las especies migratorias, en general, son desovantes de aguas abiertas del canal principal y tributarios. Los individuos recién nacidos no reciben cuidados parentales. Un aspecto importante de estos estadios larvales es su distribución pelágica. Al alcanzar los cuerpos de agua de la llanura aluvial, ocurren cambios pronunciados en la pigmentación, posiblemente en relación a una estrategia de escape a los depredadores. Los resultados muestran que la integridad de los ambientes fluviales es fundamental para la mantención de los niveles actuales de reclutamiento que sustentan la pesca de la región, en especial de las especies reofilicas.

OLDANI *et al.* (1992) realizaron un monitoreo de los recursos pesqueros del río Paraná entre los kilómetros 1450 y 1474, en el área de afectación de la represa de Yacretá, y caracterizaron los fenómenos reproductivos en el periodo inmediato

anterior al cierre del brazo principal del río Paraná. El análisis del desarrollo gonadal de adultos de peces migratorios evidenció altos índices gonadosomáticos en noviembre para *P. lineatus* y *L. obtusidens* y en diciembre para *Pterodoras granulosus*. Se detectaron larvas de siluriformes y caraciformes. La densidad de larvas fue baja con valores máximos estimados de 1,6 larvas/m³. En áreas vegetadas se encontraron larvas de *P. lineatus*, *S. maxillosus*, *Brycon orbignyianus*, *L. obtusidens*, bagres de la familia Pimelodidae y juveniles o adultos de especies del género *Astyanax*. La reproducción se desencadenó en enero durante un período de aguas en creciente, lo que se evidenció por la presencia de ejemplares desovados y la deriva de huevos y larvas,

1.5.3.2 RÍO PARANÁ MEDIO

OLDANI (1990) estudió la variación temporal de la abundancia de larvas de peces migratorios a la altura de la ciudad de Paraná. El autor señala que la reproducción tuvo lugar en el cauce de los ríos, en el período de aguas en creciente, y que los huevos y larvas eran arrastrados pasivamente. Por otra parte, mencionó que la reproducción se desalentó durante los niveles hidrométricos muy elevados. Los tipos larvales que se presentan en años sucesivos son los mismos y corresponden a especies migratorias de valor comercial. Los valores de densidad de larvas de peces durante tres años sucesivos osciló entre 3 larvas/m³ y 7 larvas/m³. Las larvas de *P. lineatus* fueron las más abundantes y se presentaron con tallas de entre 6,5 mm y 7,2 mm de longitud total, y sin evidencias de alimento en el tubo digestivo. Las de especies no identificadas del género *Pimelodus*, y las de *P. coruscans*, *S. maxillosus* y *S. lima* le siguieron en importancia, aunque en estadios de desarrollo más avanzados. Una parte muy importante del flujo de energía del sistema se canaliza desde la macrófitas como detritus hacia los niveles tróficos superiores a través de la predación de huevos y larvas de *P. lineatus*.

1.5.3.3 RÍO IGUAZÚ - EMBALSE DE SEGREDO

NAKATANI *et al.* (1997_b) estudiaron el ictioplancton del embalse de Segredo. La época de reproducción estimada por la abundancia de huevos y larvas se extendió desde septiembre a febrero, y fue particularmente intensa entre noviembre y enero con condiciones de temperatura elevadas y fotoperíodo prolongado. Las larvas se

presentaron en mayores concentraciones en las bocas de los tributarios. Las densidades mayores de huevos y larvas se observaron en el río Iratim, de alto flujo y baja profundidad, donde también se observó el mayor índice de actividad reproductiva. La baja densidad de huevos observada en general, fue atribuida a la reciente formación del embalse, que redujo el número de zonas de desove y cría. Además, la composición de la ictiofauna, con predominio de especies con ciclo reproductivo corto y rápido desarrollo embrionario, con nidos, huevos demersales o adherentes, o con cuidado de la progenie, pudo contribuir a explicar las bajas abundancias de huevos en el plancton.

1.5.3.4 RÍO URUGUAY

En la cuenca del Plata en territorio argentino, que en general presenta un menor grado de alteración, los estudios sobre huevos y larvas han sido abordados, en el marco del "Programa de conservación de la fauna íctica del embalse de Salto Grande" (MANTERO y FUENTES, 1997). En el río Uruguay, las larvas de grandes peces migratorios estuvieron poco representadas. Sólo se registraron algunas larvas de *P. lineatus*, *S. maxillosus*, *P. coruscans* y *L. pati*, aunque nunca en los brazos del embalse. Los siluriformes, en general de la familia Doradidae y la subfamilia Pimelodinae, así como la anchoa *Lycengraulis olidus* y la corvina *Pachyurus bonariensis* fueron dominantes en el ictioplancton. La reproducción de peces ocurrió de octubre a marzo, aunque con máximos en diciembre y enero. En estos meses, los picos de densidad de larvas estuvieron en general asociados al ascenso de la altura del río Uruguay. Las zonas litorales del embalse no funcionan como áreas de cría alternativas de larvas y juveniles de especies migratorias, posiblemente con excepción de la boga, que posee adaptaciones que le permitirían evitar a los depredadores que dominan las comunidades de peces litorales (RIOS *et al*, 1997). Desde octubre de 1997 se amplió el muestreo a los tramos aguas arriba y aguas abajo de la represa de Salto Grande (FUENTES y ESPINACH ROS, 1998). En ambos tramos estudiados se capturaron huevos y larvas de peces en coincidencia con las observaciones de años anteriores (MANTERO y FUENTES, 1997), aunque las densidades fueron claramente más bajas en el río Uruguay inferior, durante todo el período de estudio. Tanto aguas arriba como aguas abajo del embalse de Salto Grande se observó el predominio de un grupo de los siluriformes que por sus características en estado larval se encuadran en la subfamilia Pimelodinae

("bagres"). En el embalse de Salto Grande, este grupo está principalmente representado en estado adulto por los géneros *Pimelodus* ("bagres amarillo y blanco"), *Parapimelodus* ("bagre porteño") y *Iheringichthys* ("bagre trompudo"), que también han sido registrados como abundantes tanto en estado larval como juvenil (MANTERO y FUENTES, 1997; RÍOS *et al*, 1997), pero siempre en grados de desarrollo más avanzados. Los caraciformes estuvieron representados fundamentalmente por la boga *Leporinus obtusidens*, que alcanzó el 5 % de la captura de larvas en el río Uruguay medio y el 11 % en el Uruguay inferior. Otros caraciformes migratorios como el sábalo *Prochilodus lineatus* y el dorado *Salminus maxillosus*, no superaron en conjunto el 3 % de la captura. La anchoa *Lycengraulis olidus* y la corvina *Pachyurus bonariensis*, ambas especies de linaje marino, fueron capturadas en el bajo río Uruguay pero estuvieron casi ausentes en las capturas del río Uruguay medio, con excepción de las obtenidas durante diciembre a la altura de Bella Union-Monte Caseros. Estas dos especies, juntas alcanzaron el 20 % del ictioplancton en el río Uruguay inferior.

Las máximas densidades de huevos de peces durante octubre-noviembre de 1997 y febrero de 1998, se registraron durante aguas altas, aunque esto no fue siempre observado en el caso de las de larvas. Se concluye que es probable que los desoves de Pimelodinae así como de los de *L. obtusidens* y otros caracínidos, se focalicen en tramos situados aguas arriba de la ciudad de Alvear, donde, además, la proporción de huevos en el ictioplancton es mayor.

1.6 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

La mayoría de los grandes ríos mundiales han sufrido en las últimas décadas un creciente nivel de regulación de las aguas, produciendo alteraciones de la ictiofauna, marcadas particularmente por la reducción en la abundancia de las especies migratorias. Como es conocido, en la cuenca del Plata ya existen muchos emprendimientos en operación y proyectos de plantas generadoras de energía hidroeléctrica y termoeléctrica, crece la descarga de efluentes urbanos e industriales en varios de sus tramos y se proyecta un incremento en la navegación como consecuencia de la construcción de la hidrovía Paraná-Paraguay. A esto se suma una creciente demanda de sábalo en el río Paraná, así como de surubí y dorado en el tramo medio. La manipulación de los caudales por los represamientos en la alta cuenca del río Paraná en Brasil se incrementó en los comienzos de la década del

setenta y ha provocado frecuentemente cambios en el régimen hidrológico en los años ochenta (QUIROS, 1998). El curso del río Paraná, en sus tramos medio e inferior está libre de represas, lo que posibilita el mantenimiento de poblaciones de peces migratorios como el sábalo *Prochilodus lineatus*, el dorado *Salminus maxillosus* y el surubi *Pseudoplatystoma coruscans*, entre otros de alto valor comercial y deportivo. Por esta característica, constituye uno de los pocos escenarios menos alterados para el estudio de la dinámica de la deriva de los estadios tempranos de peces neotropicales. El alcance general de los resultados y la necesidad de información para el establecimiento de normas de protección de las poblaciones de peces migratorios, justifican ampliamente las investigaciones realizadas.

1.7 - OBJETIVO GENERAL DE ESTE TRABAJO

El presente trabajo se propone estudiar y describir las variaciones espacio-temporales de la deriva de los estadios tempranos de sábalo *Prochilodus lineatus*, y de otras especies de peces de interés comercial y deportivo, en el río Paraná inferior, e interpretarlas en el contexto de los conocimientos sobre migraciones y reproducción de peces.

1.8 PREGUNTAS:

- 1) Existe deriva de huevos y larvas de sábalo *P. Lineatus* y otras especies de peces de interés comercial en el río Paraná inferior?
- 2) Como se distribuyen los estadios larvales en el espacio y el tiempo en la localidad de muestreo?
- 3) Sugiere el grado de desarrollo de los individuos en el ictioplancton del canal principal la localización de la zona de desove ?
- 4) Muestran las especies o grupos de peces una cronología particular en la reproducción? Se corresponden los resultados con los registros de marcación de peces adultos, obtenidos en trabajos previos?

5) Afectan el nivel hidrométrico, la temperatura y el fotoperíodo la reproducción del sábalo y otros peces de interés comercial?

6) Como se integran los resultados obtenidos sobre deriva de larvas con los conocimientos sobre la biología del sábalo y otros peces migratorios de interés comercial ?

Para intentar una respuesta a estas preguntas, en los capítulos siguientes se describen las investigaciones realizadas durante el transcurso del período 1990-1998. En capítulo 1 se explora la variabilidad espacio-temporal del ictioplancton en el puerto de Zárate, un punto del delta bonaerense del río Paraná. En el capítulo 2 se avanza en el estudio de la influencia de los factores hidrométrico y térmico sobre la reproducción del sábalo, *Prochilodus lineatus*, en el Paraná inferior. El capítulo 3 consiste en una comparación del ictioplancton en dos puntos de los tramos medio e inferior del río Paraná durante la primavera y el verano. En el capítulo 4 se estudian de manera preliminar, los estadios tempranos de desarrollo de peces en una laguna marginal del río Paraná, mediante el uso de trampas de luz. El capítulo 5 incluye un listado fotográfico y descriptivo de los principales tipos larvales observados durante esta investigación.

Capítulo 1

"DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DEL ICTIOPLANCTON EN UN PUNTO DEL BAJO DELTA DEL RÍO PARANÁ, DURANTE 1990-1991"

1. - INTRODUCCIÓN

Los trabajos de marcación de peces en el sistema formado por el río Paraná en su tramo inferior, el Río de la Plata y el río Uruguay Inferior (BONETTO *et al.*, 1981; ESPINACH ROS *et al.* 1990; SVERLIJ y ESPINACH ROS, 1982; SVERLIJ *et al.*, 1993) muestran una concentración de las recapturas de especies de peces migratorios de interés pesquero en el tramo situado entre las ciudades de Rosario y Santa Fe. Este hecho, sumado a la ausencia de individuos sexualmente maduros en el Río de la Plata y en los tramos finales del Paraná y el Uruguay, indicaría que esta zona puede constituir un área de reproducción de considerable importancia de las especies de interés comercial del área mencionada (SVERLIJ *et al.*, 1993). En la actualidad se carece de la información necesaria sobre la dinámica de la deriva de estadios tempranos de desarrollo de las poblaciones de peces migratorios en el río Paraná inferior, como para confirmar o desechar esta hipótesis. En este capítulo se estudia la composición del ictioplancton, así como su distribución espacial y temporal en un sitio del delta del río Paraná.

2. - MATERIALES Y MÉTODOS

El Paraná de Las Palmas y el Paraná Guazú son los dos principales brazos por los que el Paraná inferior desemboca en el Río de la Plata en su trayectoria deltaica (Fig. 1). El presente trabajo se llevó a cabo a la altura del puerto de la ciudad de Zárate en el río Paraná de Las Palmas. En este tramo, el río presenta un ancho de 300 metros, un caudal aproximado de entre 2000 y 6000 m³.seg⁻¹, y niveles hidrométricos relativamente diferenciados con relación a los registrados en el río Paraná medio. La profundidad de la zona de muestreo fue de alrededor de 9 m en la margen derecha y de 10 m y 15 m en la margen izquierda y en el centro del canal respectivamente. La margen derecha del río se caracterizó por una menor velocidad media de corriente (0,4 m.seg⁻¹), en tanto que el centro y la margen izquierda del curso presentaron velocidades medias de corriente similares entre sí, que duplicaron

ese valor ($0,8 \text{ m}\cdot\text{seg}^{-1}$). En la zona del Puerto de Zárate, el curso del río Paraná de Las Palmas no presenta cuerpos de agua marginales, y tiene costas poco desarrolladas.

Durante el período comprendido entre octubre de 1990 y julio de 1991, se realizaron muestreos en una transección transversal al canal del río, en el centro y las márgenes (Fig 1). En el transcurso de siete visitas periódicas al área de muestreo, se obtuvieron 202 muestras. Durante el día (entre las 9 hs y las 20 hs) y por la noche (entre las 20 hs y las 24 hs), se obtuvo una muestra de superficie (entre 1 y 2 metros de profundidad) y otra de fondo (más de 10 m de profundidad). El muestreo se realizó mediante lances estacionarios de 4 a 6 minutos de duración, con una red cónica de 0,35 m de diámetro en la boca, 1 m de longitud y malla de 500 micrones (Fig 2). La operación se realizó desde el Guardacostas GC-58 de la Prefectura de Zárate, de la Prefectura Naval Argentina. Las muestras fueron fijadas y conservadas en solución de formol al 5%.

Para la identificación de larvas de peces en el presente trabajo, se utilizaron series de desarrollo obtenidas mediante cría en laboratorio, así como descripciones inéditas de larvas de las familias Doradidae, Anostomatidae, de la subfamilia Pimelodinae, de los géneros *Pseudoplatystoma*, de las especies *Sorubim lima*, *Pseudopimelodus zungaro* (SALZMANN, 1993) y de *Prochilodus lineatus* (MUÑIZ SAAVEDRA, com.pers., citado en SVERLIJ *et al.*, 1993). Los taxa identificados y el número de ejemplares capturados se muestran en la Tabla 1. Las densidades de larvas fueron estimadas a partir del volumen de agua muestreada, calculado mediante un flujómetro montado en la boca de la red. Siguiendo a SNYDER (1981), los estadios de desarrollo se clasificaron en tres etapas: como protolarvas cuando carecían de radios en todas las aletas, como mesolarvas cuando presentaban al menos algún radio en alguna de las aletas y como metalarva cuando poseían radios en todas las aletas. Se analizaron los valores de densidad de larvas por taxón y campaña, en función de la temperatura del agua en la zona de muestreo y el nivel hidrológico del río Paraná a la altura del puerto de Rosario. Como complemento se observaron los contenidos de los tubos digestivos de submuestras de larvas de sábalo y de siluriformes. Los datos hidrológicos fueron provistos por la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables, y por la Prefectura de Zárate, de la Prefectura Naval Argentina.

Debido a la falta de normalidad en la distribución de los datos originales o transformados, y a la no independencia de las muestras, el nivel de significación de las diferencias en la distribución espacial de larvas fue determinado mediante ensayos no paramétricos para muestras dependientes. La significación de las diferencias entre estratos de superficie y fondo fue determinada mediante la prueba de rangos de Wilcoxon para dos muestras dependientes. Además, las pruebas de Friedman para tres o más muestras dependientes y la de Rangos Múltiples se utilizaron para estudiar la variación de la densidad de larvas entre los sitios de la transección (Daniels, 1978).

3. - RESULTADOS

Durante el período comprendido entre octubre de 1990 y agosto de 1991, se capturaron 5356 larvas de peces en el río Paraná de las Palmas a la altura del puerto de Zárate. Las larvas de sábalo, *Prochilodus lineatus*, fueron las más numerosas (44,3 %), y, en orden de abundancia, siguieron las de "armados" Fam. Doradidae (14,5 %) y "bagres" Subfam. Pimelodinae (12 %) (Tabla 1). Las larvas de sábalo y de armado se encontraban en el estadio de protolarva, con el saco vitelino en diferentes grados de reabsorción. Con menor frecuencia se capturaron larvas de surubí *Pseudoplatystoma* spp. (1,18 %); "cucharón" *Sorubim lima* (0,76 %); "bogas", Familia Anostomatidae (0,64 %) y manguruyú *Pseudopimelodus zungaro* (0,64 %) (Tabla 1). Alrededor del 25% de las larvas capturadas no fueron identificadas, en muchos casos debido al grado de deterioro que presentaban. No se registró la presencia de huevos de peces y las larvas recientemente eclosionadas fueron rara vez observadas, en particular las de caraciformes.

La observación de las larvas de sábalo por transparencia y su disección microscópica no mostró la presencia de alimento en el tubo digestivo. Por el contrario, alrededor del 80% de las larvas de "bagres" fueron meso y metalarvas que en muchos casos mostraron restos de cladóceros, larvas de quironómidos, e insectos en el tubo digestivo. En las metalarvas más desarrolladas se encontraron también larvas de sábalo.

Las densidades medianas de sábalo, de armado, y de siluriformes con excepción de los Pimelodinae, fueron significativamente mayores en las márgenes ($P < 0,05$),

(Tabla 3) (Prueba de Rangos de Friedman). Tanto en las muestras diurnas como en las nocturnas, las densidades en las márgenes resultaron en general entre 3 y 5 veces mayores que en el centro del río (Fig. 2 a-b). Mediante la Prueba de Wilcoxon para dos muestras dependientes, se encontraron diferencias significativas entre las densidades de los estratos superiores y los de fondo en los muestreos diurnos para el total de los Siluriformes y de los Pimelodinae ($P < 0,05$) (Tabla 2). La distribución del total de las larvas de Siluriformes en la columna de agua estuvo influida por la hora del día, con desplazamientos hacia niveles más profundos en los muestreos diurnos (Fig. 3 a-b). Las densidades de sábalo y armado, en cambio, no mostraron estratificación significativa en ningún momento del día (Tabla 2).

Las densidades de larvas de peces fueron mayores en noviembre y diciembre de 1990, y febrero de 1991 (Figs. 4 y 5). La variabilidad de los datos de densidad fue mayor en la margen derecha, probablemente por tratarse de una zona de remanso, más sujeta a la influencia de los vientos. Por este motivo, para la comparación de las densidades entre campañas, se utilizaron los datos de la margen izquierda, considerada más representativa de la deriva. Las densidades de sábalo presentaron valores máximos de 1,4 larvas/m³ y 1,6 larvas/m³ durante noviembre y diciembre de 1990, con niveles hidrométricos de más de 4,5 metros a la altura de la ciudad de Rosario y un importante aumento de la temperatura del agua en la zona de muestreo de alrededor de 7 °C; y picos algo menores a fines de enero, febrero y abril de 1991 con valores de 0,8 larvas/m³, 1 larvas/m³ y 0,6 larvas/m³ respectivamente (Fig 4). Las densidades de sábalo fueron muy bajas en octubre de 1990 y casi nulas a principios de abril de 1991 (Fig. 4). Los siluriformes presentaron dos picos de mayor densidad de larvas, uno en noviembre de 1990 de 0,7 larvas/m³, durante niveles hidrométricos altos y en lento descenso, y otro mayor en febrero de 1991 de 2 larvas/m³, en coincidencia con niveles más bajos que en noviembre, aunque en ascenso sostenido (Fig. 5). Si bien las densidades fueron prácticamente nulas, durante julio y agosto de 1991 se capturaron algunas larvas de sábalo en muestras aisladas.

4. - DISCUSIÓN

La deriva de huevos y larvas en la corriente de agua como mecanismo de dispersión desde áreas de desove hacia áreas de cría, ha sido estudiada en varias ocasiones,

en distintos ríos (GERLACH & KAHNLE, 1981; BROWN & ARMSTRONG, 1985; CRECCO & SAVOY, 1987; SAGER 1987; ZIMPFER *et al.*, 1987; NAESJE *et al.*, 1986; NESLER *et al.*, 1988; OLDANI, 1990; OLDANI *et al.*, 1991; entre otros). En muchos de estos trabajos se relacionó la variación estacional de la abundancia de larvas en la deriva, con la variación de los niveles hidrológicos y de la temperatura del agua. Los resultados sugieren que la intensidad de la actividad reproductiva pudo estar ligada con ambos factores. En noviembre de 1990, altos niveles hidrológicos y un ascenso de alrededor de 7 °C en la temperatura del agua con respecto a octubre, estuvieron asociados a un aumento de más del 200 % en la densidad de larvas de sábalo y de siluriformes (Fig 4). Por otra parte, se constató que a fines de febrero y en abril de 1991 se registraron aumentos de la densidad de larvas de sábalo y de siluriformes en el río Paraná de Las Palmas, en coincidencia con ascensos de 1 m en el nivel de las aguas durante esos meses (Fig. 4 y 5). Se ha sostenido que la actividad reproductiva de las poblaciones de peces migratorios aumenta en situaciones de crecimiento sostenido del nivel de las aguas y de la temperatura (OLDANI, 1990; OLDANI *et al.*, 1991 y TABLADO & OLDANI, 1984, entre otros). La temperatura del agua en la zona de muestreo, posiblemente fue algo diferente de la de la zona de desove, pero es suficiente para reflejar las grandes variaciones en la baja cuenca del río Paraná.

El análisis de la variación de la densidad de larvas en la transección, muestra que existen diferencias marcadas entre las márgenes y el centro del río Paraná de las Palmas (Fig 2 a-b). Varios autores, en investigaciones en distintos ríos, han mencionado una distribución diferencial de la densidad de larvas de peces. Algunos encontraron mayores densidades en el centro del canal y otros en las márgenes. Se propusieron distintas causas que podrían haber influido para determinar esa distribución, como son: factores hidráulicos, distribución de macrófitas en una u otra margen, presencia de afluentes cercanos, mayores densidades de zooplancton, menores velocidades de corriente y en el caso de algunas especies, mayor probabilidad de desove (GERLACH & KAHNLE, 1981). La información disponible no permite adelantar una explicación de la distribución observada, aunque los factores hidrodinámicos y el desplazamiento activo de las larvas parecen ser los más probables. Si bien las larvas de sábalo fueron más abundantes hacia las márgenes, no se evidenció una distribución diferencial por estratos de profundidad. En el río Uruguay, en cambio, se observó la concentración de larvas de sábalo en el estrato

superficial y hacia las márgenes, en un muestreo intensivo durante la noche (CARU-CTM, 1993-1994).

Los siluriformes en general, y los Pimelodinae en particular, presentaron densidades significativamente mayores ($P < 0,05$) en los estratos de fondo en horas de luz (Tabla 2, Figs. 3 a-b). Algunos autores sugieren patrones de actividad nocturnos y una respuesta fototáctica negativa de las larvas de Siluriformes (ARMSTRONG & BROWN, 1983; BROWN & ARMSTRONG, 1987 y MUTH & SCHMULBACH, 1984). PAVLOV *et al.*, (1977) encontraron que las larvas de cypriniformes, clupeiformes derivan principalmente durante la noche, en particular en los ríos de mayor transparencia, aunque la deriva es más continua en ríos de mayor turbidez, y CLIFFORD (1972) y PAVLOV *et al.* (1977) mencionaron que la distribución en la columna de agua es un proceso controlado por reacciones comportamentales. Si bien el proceso de deriva de las larvas es pasivo en el sentido de la propulsión, puede involucrar alguna participación activa, lo que lo diferencia de la distribución y el transporte de materia orgánica o el plancton en general (WELCOMME, 1985)

Por otra parte, la observación directa de metalarvas de Pimelodinae en acuario, mostró un aumento de la actividad y una mayor presencia en superficie a partir del rápido descenso de la intensidad de flujo luminoso por debajo de los 100 lux, para continuar en actividad durante toda la noche. Durante la natación nocturna, las larvas de Pimelodinae ascienden hacia la superficie para luego descender inmediatamente (FUENTES, datos no publicados). DAGET (1957) interpretó este comportamiento en *Heteroticus niloticus* como una adaptación respiratoria, mientras que otros autores relacionaron comportamientos similares en *Labeo niloticus* (FRYER & WHITEHEAD, 1959), *Lucioperca lucioperca* (BELVY, 1972) y otras especies de cypriniformes (NEZDOLY, 1984) a mecanismos de transporte.

La ausencia casi total de huevos y larvas recién eclosionadas (embriones libres) en las muestras y el grado de desarrollo de las larvas de las especies de grandes peces migratorios, sugieren en coincidencia con los trabajos de marcación de peces (BONETTO *et al.*, 1981), que los desoves ocurren a considerable distancia río arriba. Esto es coherente con los resultados de OLDANI (1990), quien encontró huevos de sábalo a la altura del puerto de Santa Fe. Las larvas de la Subfamilia Pimelodinae capturadas fueron en general meso y metalarvas que mostraron alimentarse de

cladóceros, larvas de insectos, larvas de quironómidos, copépodos y en ocasiones larvas de peces. Se observaron metalarvas de Pimelodinae con sus estómagos repletos de larvas de peces. OLDANI (1990), menciona la presencia de larvas y juveniles de Pimelodidae en el Paraná Medio, que predaban sobre las larvas de sábalo. La mayoría de las protolarvas de sábalo no se alimentarían en el transcurso de su deriva por el Paraná de Las Palmas, ya que ni la observación directa por transparencia ni el análisis de los estómagos de los ejemplares observados mostró la presencia de contenido. Además, es posible que el patrón de distribución espacial de la deriva, con acumulación en las márgenes, sea en parte la consecuencia de que las larvas de sábalo y armado aún se encuentran en su fase vitelina y están más sujetas a fenómenos de dinámica de transporte locales. Por el contrario, las larvas de Pimelodinae, que muestran alimentarse activamente en la zona muestreada, no resultaron claramente distribuidas hacia las márgenes.

Es posible que el diseño del muestreo no haya permitido la detección de diferencias más sutiles en el tiempo y en el espacio. Parece razonable concentrar el esfuerzo de muestreo en las escalas temporal y espacial en función de objetivos específicos. Para esto resultaría útil restringir el estudio de la distribución espacial del ictioplancton a los meses de mayor abundancia y a pocos sitios en los muestreos realizados para estudiar los factores que durante el año influyen en la reproducción.

Tabla 1.- Número, densidad promedio y composición por grupos taxonómicos del ictioplancton capturado en el río Paraná de las Palmas, ciudad de Zárate, provincia de Buenos Aires, durante el período octubre de 1990-abril de 1991.

Taxón	Número	Densidad Promedio Nº/m ³	%
Orden Cypriniformes Suborden Characoidei Familia Curimatidae			
Sufamilia Prochilodinae Sábalo <i>Prochilodus lineatus</i>	2393	0,755	44,33
Familia Characidae Subfamilia Characinae Subfamilia Cynopotaminae Dientudo	39	0,0104	0,72
Familia Anostomidae "Bogas"	35	0,0156	0,64
Orden Siluriformes			
Familia Doradidae "Armados"	785	0,224	14,54
Familia Pimelodidae			
Subfamilia Pimelodinae			
Manguruyú <i>Pseudopimelodus zungaro</i>	35	0,017	0,64
"Bagres" <i>Pimelodus spp.</i>	614	0,0195	11,37
Subfamilia Sorubiminae			
Cucharón <i>Sorubim lima</i>	41	0,010	0,76
Surubí, <i>Pseudoplatystoma spp.</i>	64	0,019	1,18
No Identificados	1391	0,360	25,77
Total	5356	0,944	

TABLA 2 - Resultados de la Prueba de rangos de Wilcoxon, para la variación vertical de las densidades de larvas de peces en el río Paraná de Las Palmas, Puerto de Zárate, Octubre de 1990-Abril de 1991. NS = No significativo ($P > 0,05$).

	N	P
Día (9 hs-20 hs)		
Sábalo	42	NS
Siluriformes	42	<0,05
Armados	42	NS
Bagres	42	<0,045
Noche (20 hs-24 hs)		
Sábalo	9	NS
Siluriformes	9	NS
Armados	9	NS
Bagres	9	NS

TABLA 3 - Resultados de las Pruebas de Friedman y de Rangos Múltiples, evaluando la variación de las densidades de larvas de peces entre los sitios de una transección en el río Paraná de Las Palmas, Puerto de Zárate, octubre de 1990-abril de 1991. RM=Rangos Medios. Letras diferentes (X ó Y) indican diferencias significativas para la prueba de Rangos Múltiples ($\alpha=0,1$).

Turno Día (9 hs-20 hs), N=28

	Derecha	Centro	Izquierda
Sábalo			
RM	2,3	1,42	2,26
P<0,05	X	Y	X
Siluriformes			
RM	1,96	1,66	2,37
P<0,05	Y	Y	X
Armados			
RM	1,85	1,48	2,66
P<0,05	Y	Y	X
Bagres			
RM	2,14	1,91	1,94
NS			

Turno Noche (20-24 Hs), N=6

Sitios	Derecha	Centro	Izquierda
Sábalo			
RM	2,83	1,0	2,16
P<0,05	X	Y	X
Siluriformes			
RM	2,33	1,25	2,41
P<0,07			
Armados			
RM	2,33	1,33	2,33
P<0,05	X	Y	X
Bagres			
RM	2,50	1,41	2,08
NS			

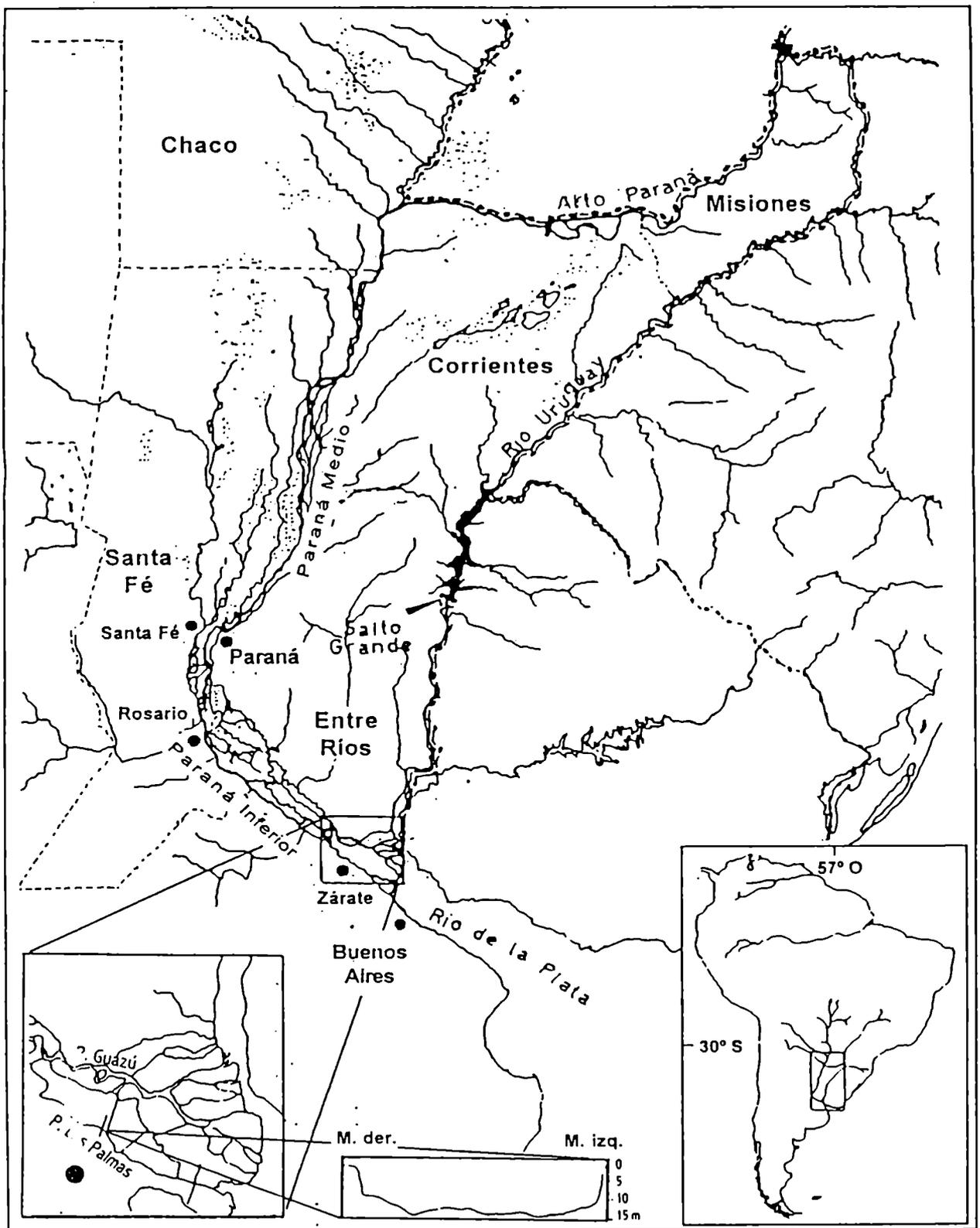
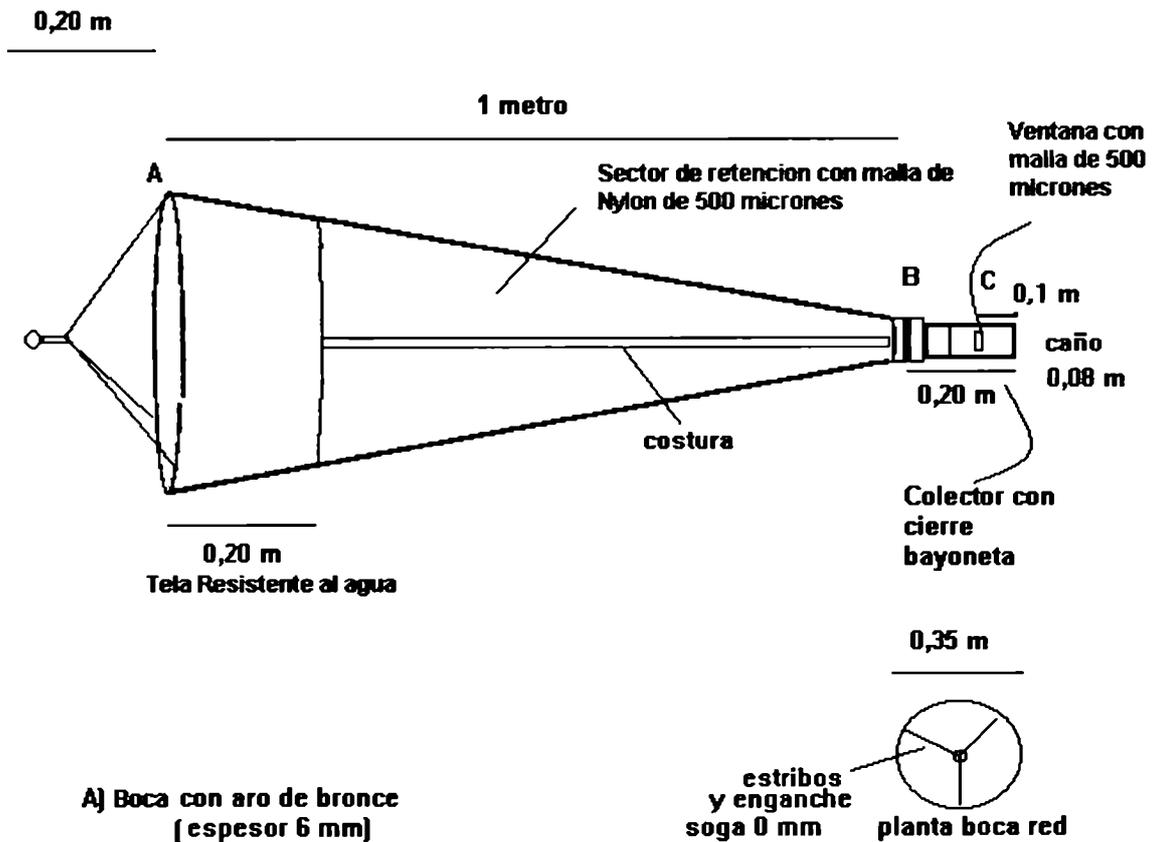


Figura 1.-El río Paraná en territorio argentino. Se detalla la zona del bajo delta y la sección transversal al río Paraná de Las Palmas a la altura del Puerto de Zárate.



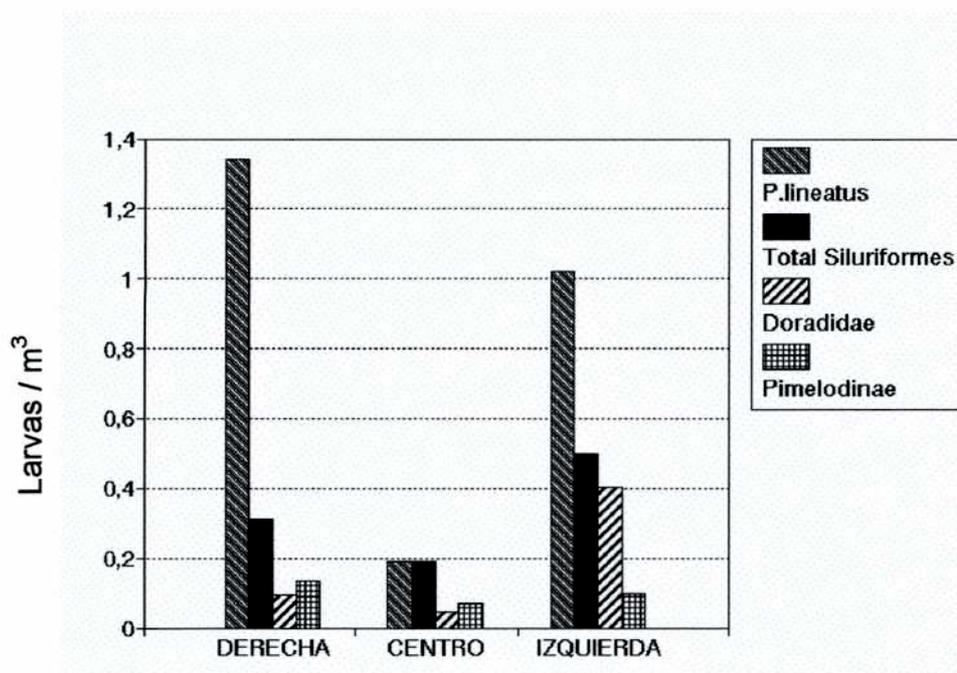
A) Boca con aro de bronce
(espesor 6 mm)

B) Union de tela resistente al
agua con el colector
mediante una abrazadera

C) Colector de PVC con
ventanas de 1,5 cm x 4cm
con malla de 500 micrones

Fig. 2 .- Detalle de la red de plancton utilizada para la captura de larvas en ambientes lóticos.

a)



b)

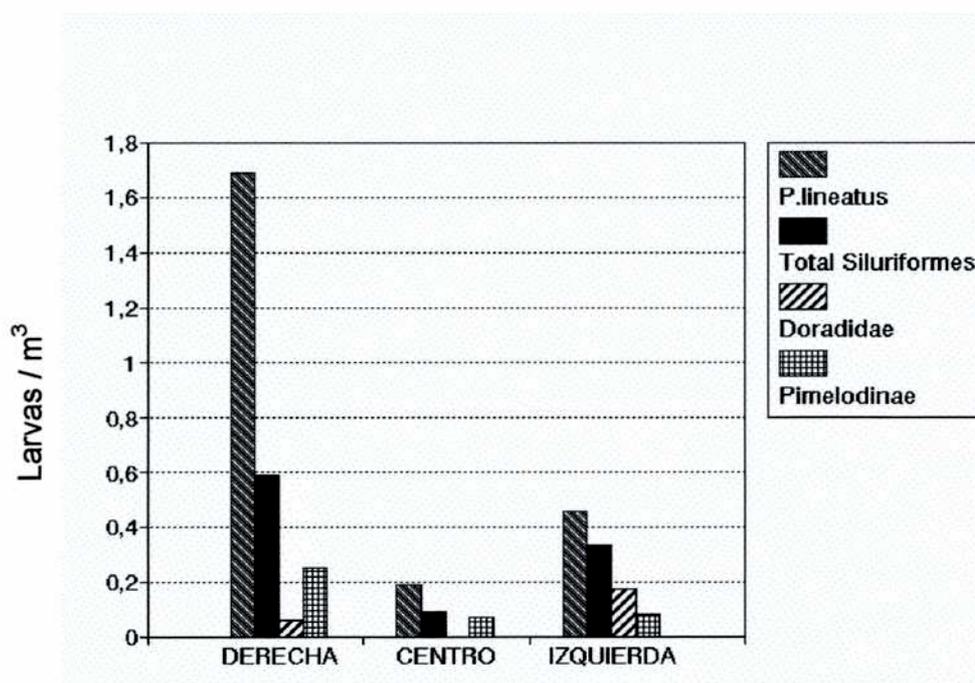
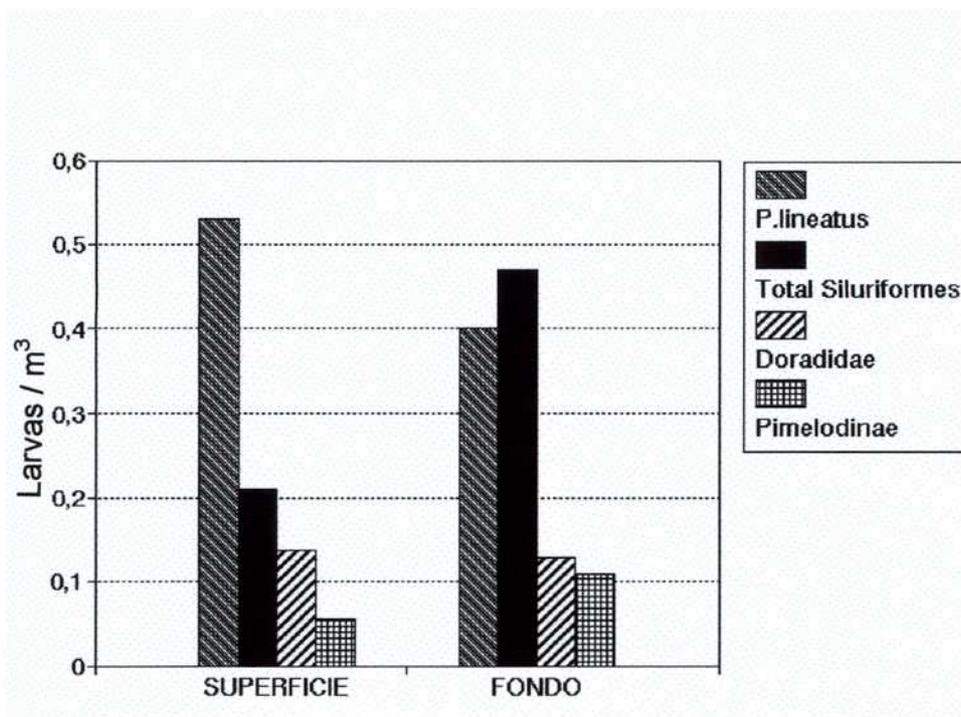


Figura 3.- Densidad mediana de larvas de peces en las márgenes y el centro del cauce del río Paraná de Las Palmas a la altura del Puerto de Zárate. a) Horas de luz. b) Noche

a)



b)

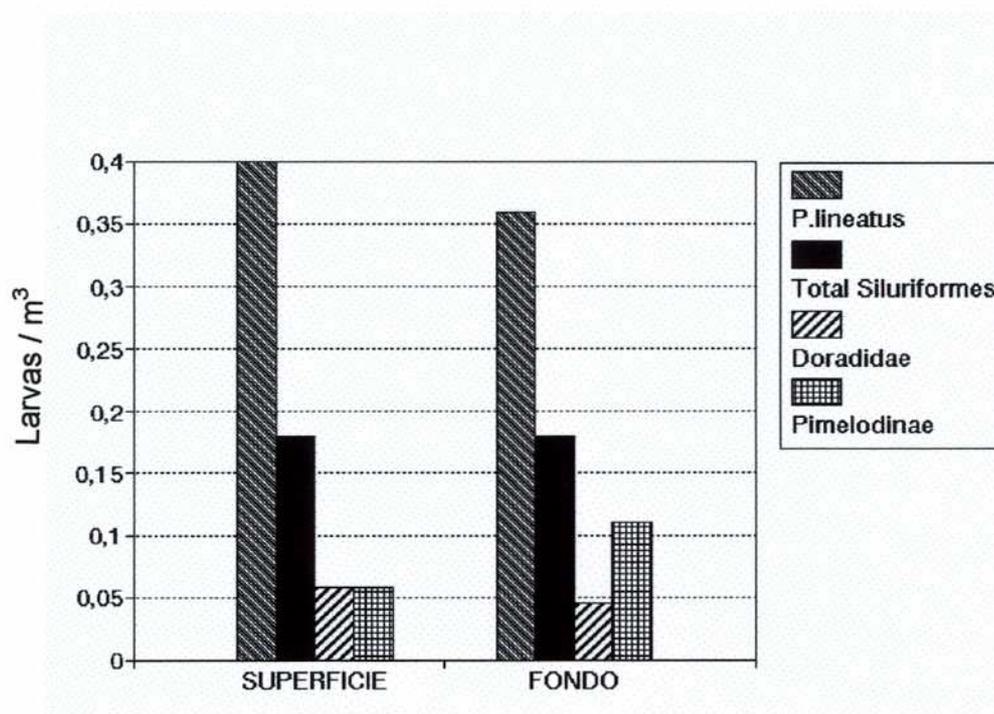


Figura 4.- Densidad mediana de larvas de peces en superficie y fondo del río Paraná de Las Palmas a la altura del Puerto de Zárate. a) Horas de luz. b) Noche

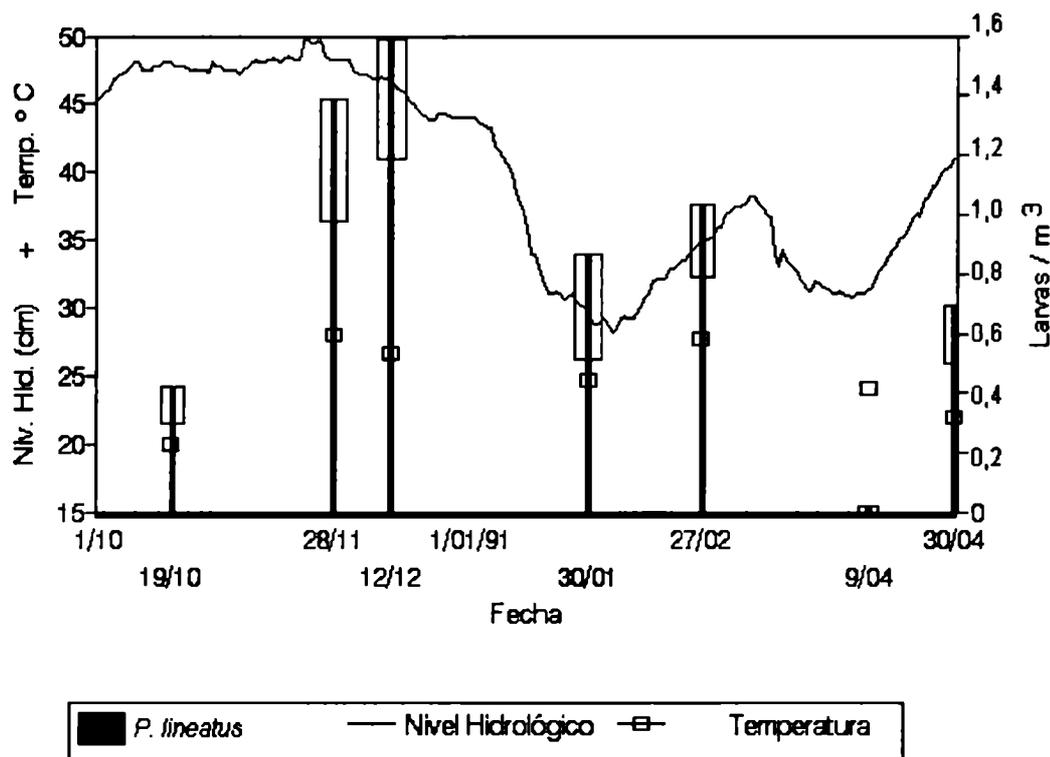


Figura 5.- Variación de la densidad media de larvas de *Prochilodus lineatus* y de la temperatura del agua en la margen izquierda del río Paraná de Las Palmas, desde octubre de 1990 a abril de 1991 (Error Estándar en la parte superior de las barras). La línea continua representa el nivel hidrométrico diario registrado en el Puerto de Rosario. El símbolo cuadrado representa los valores de la temperatura del agua.

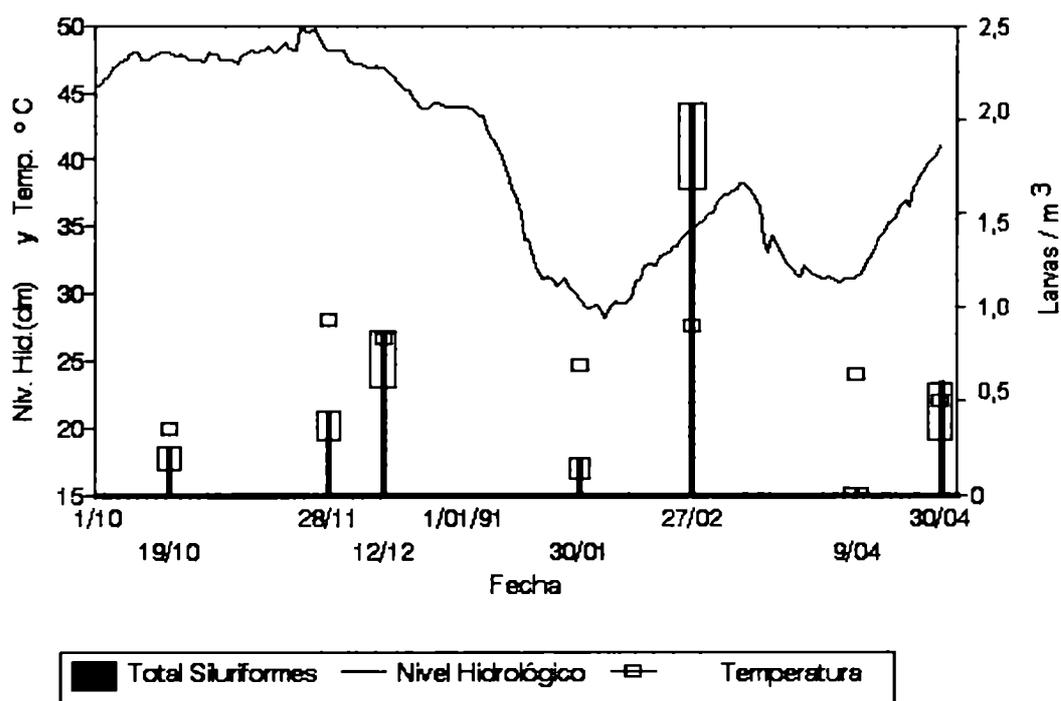


Figura 6.- Variación de la densidad media de larvas de siluriformes Totales y de la temperatura del agua en la margen izquierda del río Paraná de Las Palmas, desde octubre de 1990 a abril de 1991 (Error Estándar en la parte superior de las barras). La línea continua representa el nivel hidrométrico diario registrado en el Puerto de Rosario. El símbolo cuadrado representa los valores de temperatura del agua.

CAPITULO 2-

VARIACION DE LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DEL SABALO, *Prochilodus lineatus*, ESTIMADA POR EL FLUJO DE LARVAS EN EL RIO PARANA INFERIOR, DURANTE 1991-1994.

1. INTRODUCCIÓN

La reproducción de los peces migratorios en la cuenca del Plata, y en particular la de *Prochilodus lineatus* ha sido estudiada mediante el análisis del estado de maduración gonadal de individuos adultos ((BONETTO, 1963; OLDANI & OLIVEROS, 1984; PIGNALBERI, 1965; PODDUBNYI *et al.*, 1986; TABLADO *et al.*, 1984; TELICHEVSKY *et al.*, 1984; AGOSTINHO *et al.*, 1993; VAZZOLER *et al.*, 1997, entre otros). De acuerdo con esta información, la temporada reproductiva, se extiende, en general, desde inicios de la primavera hasta comienzos del otoño. Varios de estos autores han mencionado la influencia de la temperatura del agua y el nivel hidrométrico sobre la reproducción del sábalo y otras especies migratorias. Los máximos de la actividad reproductiva han sido detectados en noviembre y diciembre (TELICHEVSKY *et al.*, 1987; OLDANI, 1990), meses durante los cuales históricamente se producen las crecientes. VAZZOLER *et al.*, (1997) concluyeron que la temperatura del agua y el fotoperíodo serían factores predictivos de la maduración gonadal, mientras que los niveles hidrométricos tendrían un rol sincronizador de la reproducción de los peces, en el alto río Paraná.

Los trabajos sobre deriva de huevos y larvas son un complemento fundamental de los estudios sobre individuos adultos (NAKATANI *et al.*, 1997_b). En el alto río Paraná, AGOSTINHO *et al.*, (1993; 1997) complementaron las observaciones sobre maduración gonadal con las de dinámica temporal de larvas. En el río Paraná medio, se ha constatado la presencia de larvas desde el comienzo del ascenso de las aguas en primavera hasta marzo (PODDUBNYI *et al.*, 1986) y durante noviembre y abril (OLDANI & OLIVEROS, 1984). Fuera de estas observaciones preliminares, la cronología de la reproducción a través de los estudios de deriva de larvas en el tramo inferior de la cuenca no ha sido estudiada hasta el presente con suficiente profundidad.

El objetivo del presente capítulo es la descripción de la variación de la actividad reproductiva de sábalo *P. lineatus* mediante el análisis del flujo de larvas en un punto

del Delta del río Paraná, y explorar su relación con las fluctuaciones de los niveles hidrométricos y la temperatura del agua.

2.- MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó en un punto del río Paraná de las Palmas, a la altura del puerto de la ciudad de Zárate en el delta del río Paraná, durante tres períodos consecutivos a partir de mediados de noviembre de 1991. En 1992 y 1993 los muestreos comenzaron en octubre de cada año. En los tres períodos, la toma de muestras finalizó en abril o mayo del año siguiente.

Para la obtención de muestras se eligió un sitio fijo, a unos 30 metros de la margen izquierda del río. En este punto, la variabilidad de la velocidad de la corriente es baja y las densidades de larvas de sábalo no muestran estratificación significativa (Capítulo 2). Diariamente, se obtuvo una muestra durante las horas de luz, a una profundidad de entre 2 y 4 m, mediante un lance estacionario. El arte utilizado fue una red cónica de 1 m de longitud, 0,35 m de abertura de boca y malla de 500 μm , ubicada en posición mediante una boya indicadora. El estimador de abundancia larval relativa utilizado fue la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), definida como el número de larvas capturadas durante 5 minutos de calado de la red. La identificación de las larvas de sábalo se basó en las descripciones de MUÑIZ SAAVEDRA (*inédito*, citado en SVERLIJ *et al.*, 1993). Para el análisis de los resultados se adoptó la clasificación general de los estadios de desarrollo propuesta por SNYDER (1981).

Los niveles hidrométricos en el puerto de Rosario, ubicado en el límite entre los tramos inferior y medio del río Paraná, fueron utilizados como representativos de las variaciones hidrométricas mayores en las posibles zonas de desove. A la altura del puerto de Zárate se registraron diariamente los niveles hidrométricos y mensualmente la temperatura del agua en superficie. Los datos de caudal del río Paraná a la altura del puerto de Zárate durante el periodo 1993-1995, fueron provistos por la empresa EVARSA.

Para estimar el grado de asociación entre las alturas de las aguas y la abundancia de larvas, se realizó un análisis de correlación parcial entre la CPUE y el promedio semanal de los niveles hidrométricos, así como sus incrementos entre semanas, en los puertos de Rosario y de Zárate. Se analizaron los rangos de variación de los datos de caudal medio diario en el periodo 1993-1995 provenientes de estaciones de

aforo en Zárate y los de CPUE de larvas de sábalo en el puerto de Zárate, durante el periodo 1991-1994,.

3.- RESULTADOS

Las larvas de sábalo, *P. lineatus*, fueron las más numerosas (56 % a 65 %), y en orden de abundancia siguieron las de los armados (2 % a 11 %) y bagres (1 % a 4,7 %). No se registró la presencia de huevos ni larvas recién eclosionadas. Las larvas de sábalo fueron protolarvas con sacos vitelínicos en diferente grado de reabsorción. En ningún caso se observó la presencia de meso y metalarvas. En ocasiones, se evidenció un deterioro pronunciado de las larvas, caracterizado por la presencia de exoftalmia, así como por una aparente hidratación y destrucción de los tejidos.

Entre noviembre de 1991 y abril de 1992 el muestreo diario mostró solamente un pulso importante de flujo de larvas que ocurrió entre diciembre y enero, con una CPUE máxima de 50 sábalos/lance, asociado con un ascenso hidrométrico de alrededor de 1 metro en un mes en el puerto de Rosario (Fig. 2a). Con posterioridad, los valores descendieron a menos de 5 larvas/lance. Algunas muestras puntuales obtenidas durante octubre de 1991, sugieren la presencia de actividad reproductiva días antes del inicio de los muestreos sistemáticos que posiblemente estaría asociada a los incrementos de las alturas del río durante ese mes.

En el segundo período de muestreo, entre septiembre de 1992 y abril de 1993, la mayor abundancia de larvas de sábalo se observó durante noviembre, en coincidencia con un ascenso de la altura del río Paraná de 60 cm en un mes (Fig. 2b). En esta oportunidad, los valores medios semanales alcanzaron a las 95 larvas/lance, lo que representó un aumento de alrededor de veinte veces en relación con los observados en octubre. Luego de la primera semana de diciembre, el número declinó marcadamente, y permaneció durante casi 15 días en valores por debajo de 5 larvas/lance, coincidiendo con niveles hidrométricos estables en 4,70 m en el puerto de Rosario. A fines de diciembre, la CPUE media semanal aumentó nuevamente hasta seis veces, alcanzando un valor de 20 larvas/lance. Este pico ocurrió en coincidencia con un aumento de 20 cm en la altura del río Paraná en el puerto de Rosario.

Durante el tercer período, comprendido entre septiembre de 1993 y marzo de 1994 (Fig. 2c), se registraron tres picos en el número de larvas de sábalo capturadas. En la última semana de octubre se observó un aumento de 10 veces en relación con el número de larvas capturadas anteriormente, con un valor semanal medio de 40 larvas/lance durante el máximo nivel de la onda de creciente. En noviembre, la CPUE descendió acompañando al nivel de las aguas, aunque posteriormente duplicó su valor durante diciembre, mientras el nivel de las aguas continuaba en descenso. A mediados de febrero se observó un aumento de ocho veces en el número de larvas capturadas con respecto al observado durante la última quincena de enero, con valores medios semanales de 20 larvas por muestra. Este aumento coincidió con un incremento sostenido de 1 m en las aguas del río Paraná en el puerto de Rosario.

La temperatura del agua en el puerto de Zárate varió entre 19 °C y 28 °C durante los periodos estudiados, mientras que los pulsos mayores de abundancia de larvas ocurrieron entre los 22 y los 28 °C. (Figs 3 a-c).

Los valores de CPUE de larvas de sábalo no se correlacionaron con los niveles hidrométricos de Zárate y Rosario, en ninguno de los tres periodos (Tabla 1). La correlación con el incremento del nivel hidrométrico medio semanal del río Paraná en el puerto de Rosario, en cambio, resultó altamente significativo durante los periodos 1991-1992 ($r=0,58$; $P=0,003$) y 1992-1993 ($r=0,64$; $P=0,001$). Durante el periodo 1993-1994, si bien ocurrieron tres picos en el número de larvas capturadas (Fig. 2c) éstos no se correlacionaron con los datos de altura ni con los de incremento semanal del nivel hidrométrico ($r=0,3$, $P=0,08$; $r=0,06$, $P=0,762$).

Sobre un total de 20 registros de aforo en el período 1993-1995 (datos fuera del periodo de esta investigación), se observó que la variación del caudal medio diario en el puerto de Zárate se extendió entre 2500 m³/seg. y 6000 m³/seg en función de una variación hidrométrica entre 1,5 m y 5 m en el puerto de Rosario. Este rango de valores de caudal para la estación de aforo ubicada en Zárate, obtenido por los técnicos de la empresa EVARSA, comprendió a todas las situaciones hidrológicas observadas durante el muestreo en el periodo 1991-1994.

4.- DISCUSION

El predominio del sábalo en el ictioplancton del río Paraná de las Palmas es coincidente con lo observado en trabajos previos (OLDANI, 1990; OLDANI *et al.*, 1992). Nuevamente, la ausencia de huevos y de los estadios larvales más tempranos (de menos de 3 días de edad), caracterizados por una menor talla, un mayor tamaño del saco vitelínico y la ausencia de pigmentación ocular (SVERLIJ *et al.*, 1993), sugiere que la zona de desove de las poblaciones meridionales de *P. lineatus* se encontraría aguas arriba del delta del río Paraná. Esto último concuerda con los resultados de OLDANI (1990), quien encontró huevos de peces en la zona de Santa Fe y Paraná. En ninguno de los tres períodos de muestreo se capturaron estadios de desarrollo meso o metalarvales. Esto podría relacionarse con un comportamiento de salida del canal principal por parte de las larvas de sábalo, posiblemente en busca de zonas apropiadas para su cría. Este hecho se contrapone con lo observado en el caso de peces siluriformes como *Pimelodus* spp., *Pseudoplatystoma* spp. y *Sorubim lima*, y caraciformes como *Salminus maxillosus*, cuyas larvas permanecen en el canal hasta alcanzar estadios larvales más avanzados.

En lo concerniente a los aspectos metodológicos, el error que la velocidad de la corriente introduciría a la estimación de la abundancia, a través del registro del número de larvas capturadas en lances estacionarios de duración constante (CPUE), es un factor a tener en cuenta al considerar a los picos observados como indicadores de aumentos de la actividad reproductiva. En este trabajo, se relaciona el número de larvas capturadas con niveles hidrométricos de puertos muy distantes entre si. Aguas arriba de la zona de muestreo, a más de 400 km de distancia, el Puerto de Rosario refleja la tendencia general de los niveles hidrométricos en el río Paraná Medio. En cambio, aguas abajo, en el delta, la altura del río Paraná de Las Palmas en el puerto de Zárate presenta oscilaciones debidas sólo parcialmente a la onda de creciente en la cuenca, ya que suma la influencia de las mareas, y ocasionalmente de sudestadas, desde el Río de la Plata. Esta superposición de factores se traduce en la falta de una clara manifestación de la onda de creciente en este sitio (Fig. 3 a-c). No obstante, el número medio semanal de larvas de sábalo capturadas en Zárate no estuvo correlacionado, en ninguno de los tres períodos analizados, ni con los niveles, ni con los incrementos hidrométricos semanales locales, pero sí lo estuvo con los del puerto de la ciudad de Rosario (Tabla 1). Esto

sugiere que no existe una acción evidente sobre CPUE de larvas debida a los cambios hidrológicos locales, y que, en cambio, las variaciones mayores del número de larvas capturadas por unidad de tiempo en el delta obedecen principalmente a la ocurrencia de pulsos de desove aguas arriba.

Además, la velocidad de la corriente en el río Paraná de Las Palmas debería incrementarse entre 1000 % y 3000 % para explicar los cambios mayores observados en la captura de larvas durante la mayoría de los periodos analizados. La variación de los caudales medios diarios en el puerto de Zárate, que se extendió solamente entre 2500 m³/seg. y 6000 m³/seg, no alcanza el 150%. En consecuencia, los cambios locales de caudal constituyen una causa menor de la variación del número de larvas de sábalo capturadas en Zárate. Durante el estudio de la distribución espacio-temporal en una transección del río Paraná de Las Palmas a la altura del puerto de Zárate (Capítulo 1), se observó que la velocidad de la corriente sobre en margen izquierda, varió entre 50% y 100% (FUENTES, *obs. pers.*).

Los resultados obtenidos sobre la variación de la CPUE número de larvas de sábalo, sugieren que es probable un efecto sincronizador de los aumentos del nivel hidrométrico sobre la reproducción de esta especie. Los incrementos de las alturas del río, más que sus valores absolutos, parecerían estar relacionados con un aumento de la actividad reproductiva. Esto se refleja en los bajos coeficientes de correlación de los niveles hidrométricos con la captura media semanal de larvas de sábalo, en contraposición con los obtenidos entre ésta y los incrementos de las alturas medias semanales (Tabla 1).

En términos generales, el sábalo presenta pulsos de desove principales entre noviembre y enero (Fig 2). Estos últimos, duraron de 15 a 25 días y fueron en general seguidos por una pausa en la reproducción de extensión variable representada por un marcado descenso en el número de larvas capturadas. En algunas ocasiones, los pulsos y las pausas se correspondieron con las oscilaciones de la altura del río; no obstante, se observaron descensos en la CPUE a pesar del sostenimiento de las alturas hidrométricas (Figs 2, a y b). Durante los periodos 1991-1992, 1992-1993, y 1993-1994 ocurrieron pulsos de entre 50 a 100 larvas/lance, en coincidencia con ascensos sostenidos del río Paraná registrados en el Puerto de Rosario. Todo ascenso del nivel de las aguas del orden de 1 metro al mes ocurrido durante los meses de noviembre y febrero, estuvo acompañado invariablemente de

un aumento de la captura de larvas de sábalo. Varios autores sostienen que los ascensos del nivel hidrométrico inducirían la reproducción de las principales especies migratorias (OLDANI, 1990; OLDANI *et al.*, 1992; TABLADO & OLDANI, 1984.; TABLADO *et al.*, 1988). La temperatura del agua y el fotoperíodo han sido considerados como factores predictivos, mientras que se atribuyó a los niveles hidrométricos un rol sincronizador final de la reproducción de peces en el alto Paraná (VAZZOLER *et al.*, 1997). En muestreos realizados en el río Uruguay, al norte del embalse de Salto Grande, se capturaron larvas de sábalo en coincidencia con ascensos sostenidos de las aguas, con máximas densidades durante enero (CARU-CTM-INAPE-INIDEP, 1995). Los resultados acerca de los pulsos de mayor actividad reproductiva de sábalo durante los meses de noviembre, diciembre y parte de enero coincidieron con lo observado por TELICHEVSKY *et al.*, (1984) y OLDANI (1990). No obstante, se evidenció un pico en la captura de larvas en febrero de 1994, en coincidencia con un ascenso sostenido del nivel hidrométrico de 1 m durante este mes (Fig. 2c). Esto sugiere que el patrón de crecientes podría modular la actividad reproductiva en un período amplio de tiempo, desplazando los picos de actividad reproductiva.

Durante la temporada 1993-1994 se produjeron dos situaciones diferentes a las de los dos períodos anteriores, que afectaron la correlación entre los incrementos hidrométricos y el número de larvas capturadas (Tabla 1).

En octubre de 1993 se produjo un marcado ascenso hidrométrico que no estuvo asociado con valores altos de captura de larvas. Recién en noviembre, en la cúspide de la onda de creciente en Rosario, se produjo un pulso mayor en el número de larvas capturadas en el puerto de Zárate. Esto sugiere que los aumentos hidrométricos podrían tener una acción desencadenante de la reproducción recién a partir del alcance de determinadas condiciones de otros factores, como la temperatura del agua y el fotoperíodo. A principios de octubre, durante el ascenso hidrométrico, la temperatura del agua se mantuvo por debajo de 20 ° C, pero llegó a 23 ° C cuando las aguas alcanzaron el máximo a principios de noviembre y la CPUE de larvas de sábalo aumentó 10 veces en relación con los registros de octubre de 1993 (Fig. 2 c). Este desfase entre el ascenso sostenido de las aguas y los valores máximos en el número de larvas capturadas se vio reflejado en el bajo coeficiente de correlación obtenido para el incremento hidrométrico y el número de larvas capturadas en el periodo 1993-1994 (Tabla 1).

Por otra parte, en diciembre de 1993, durante un período de descenso de las aguas, la captura de larvas de sábalo aumentó alrededor de un 100 % respecto a las ocurridas a fines de noviembre (Fig. 2, c). En esta ocasión la CPUE se mantuvo entre 5 y 15 larvas/lance durante la segunda quincena de noviembre y aumentó a alrededor de 30 en diciembre. Si bien un cambio de esta magnitud no puede ser considerado un incremento significativo, es posible que esta situación pueda explicarse por variaciones hidrológicas no adecuadamente reflejadas por los niveles medidos en Rosario, o por particularidades de la deriva de larvas en situaciones de ascensos y descensos hidrométricos pronunciados.

Tabla 1. - Resultados del análisis de correlación entre los valores medios semanales de los niveles y los incrementos hidrométricos en los puertos de Zárate y Rosario (NH/ZAR, NH/ROS, INC/ZAR, INC/ROS) vs la CPUE de larvas de sábalo en el puerto de Zárate (CPUE. SAB), durante los períodos 1991-1992, 1992-1993, 1993-1994. ($P < 0,003$).

	NH.ZAR	NH.ROS	INC.ZAR	INC.ROS
CPUE SAB. 1991-1992	-0,161	-0,338	0,192	0,581 **
CPUE SAB. 1992-1993	-0,188	0,027	0,174	0,644 **
CPUE SAB. 1993-1994	0,314	0,341	-0,039	0,062

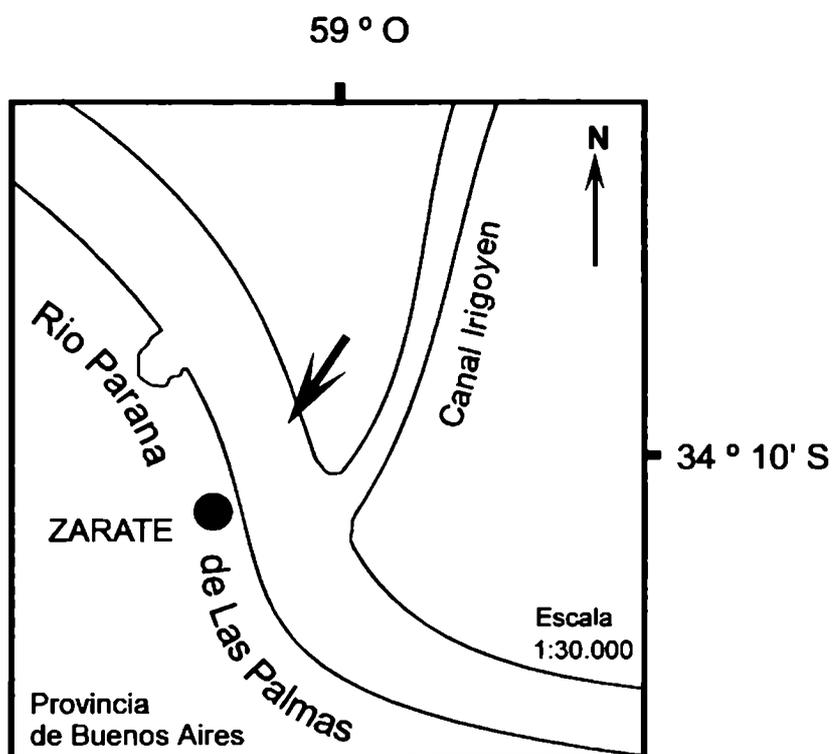
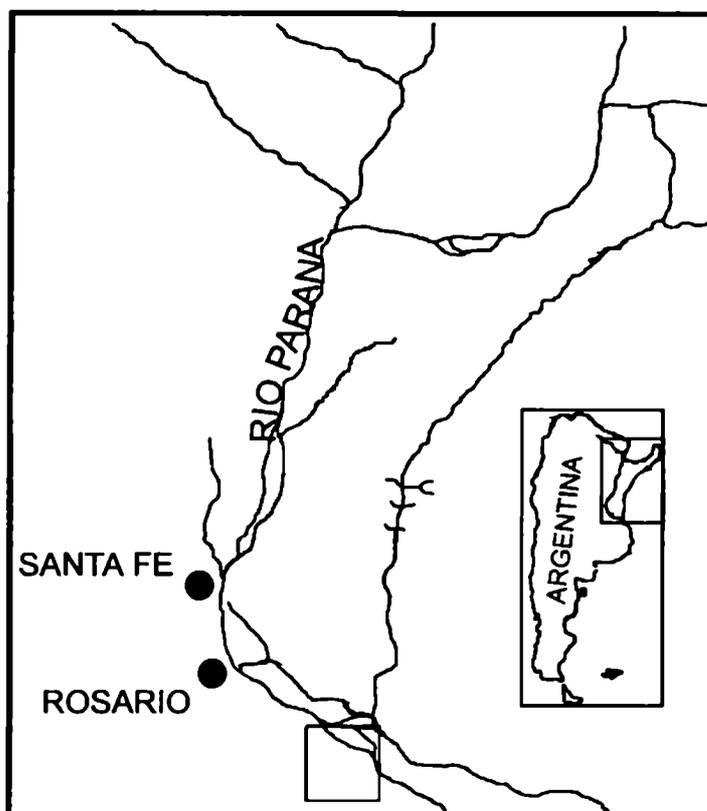
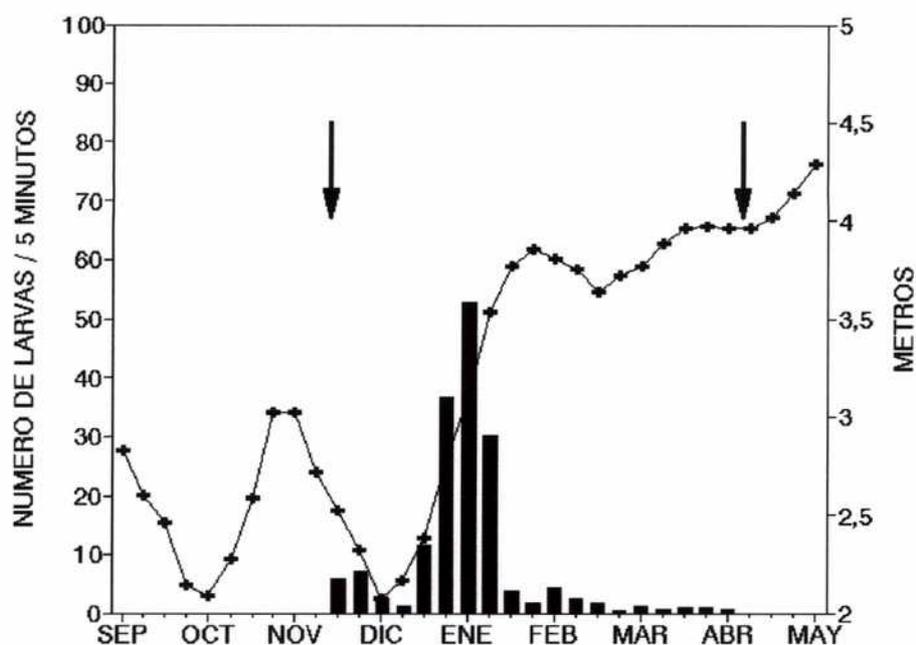


Figura. 1. - El río Paraná en territorio argentino. El recuadro detalla la ubicación de la localidad de muestreo.

VARIACION TEMPORAL DE LA CPUE DE LARVAS DE SABALO

a) PERIODO 1991-1992



b) PERIODO 1992-1993

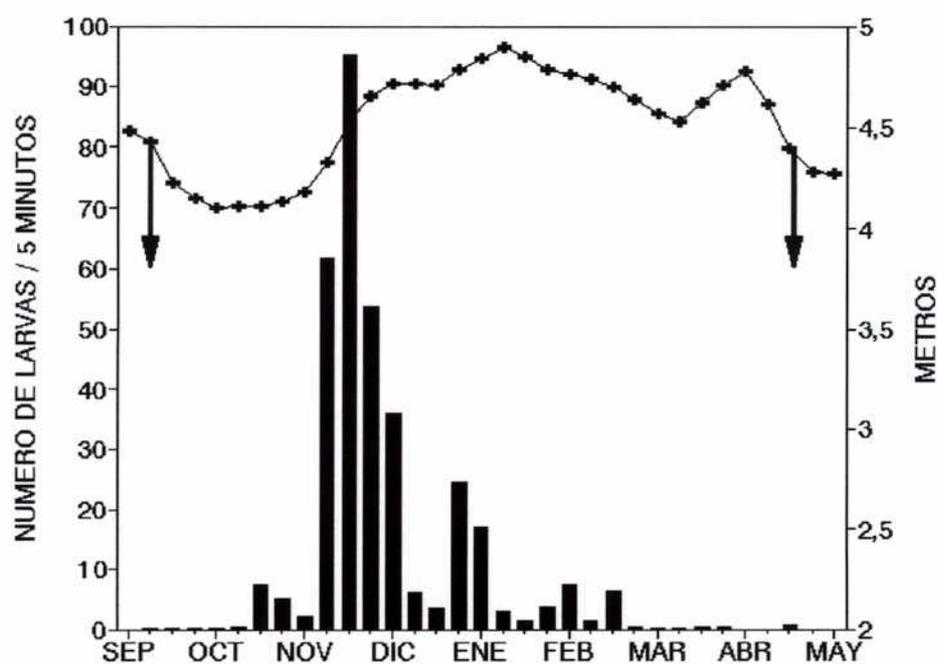
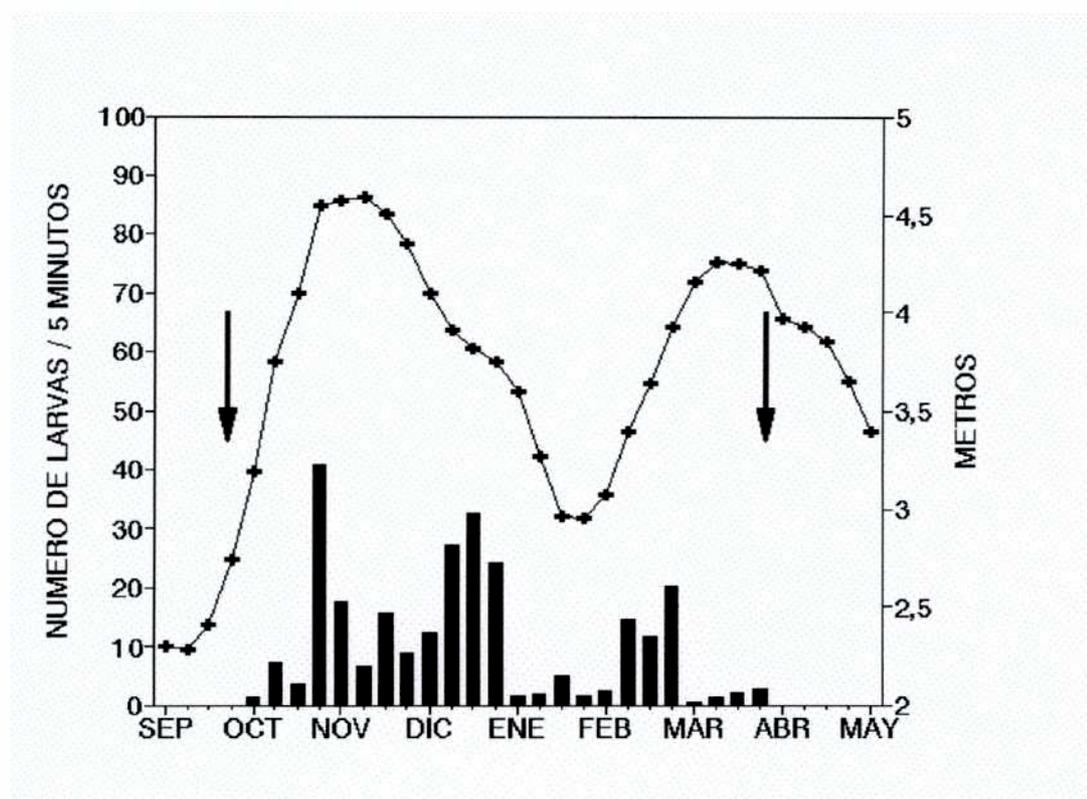


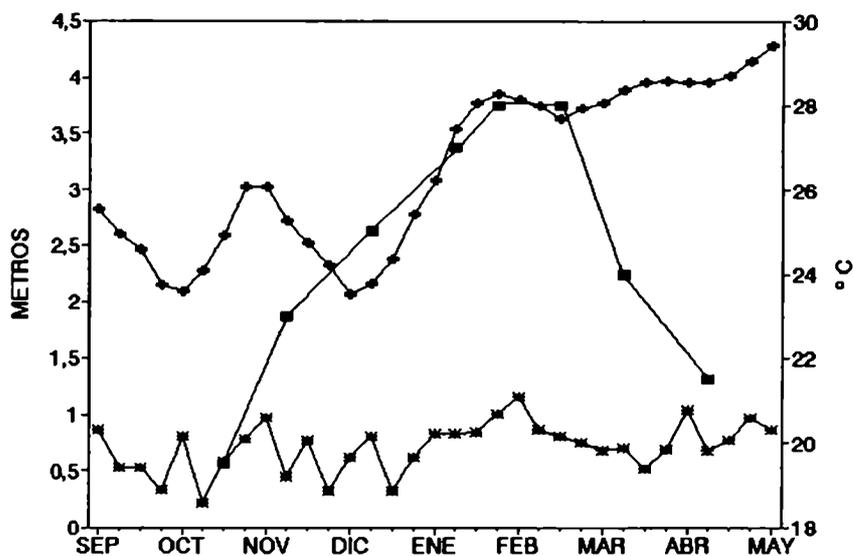
Fig. 2. – Variación temporal del número de larvas de sábalo capturadas en Zárate (barras, eje izquierdo) y de los niveles hidrométricos del río Paraná a la altura del puerto de Rosario (signo más, eje derecho), durante los periodos a) 1991-1992, b) 1992-1993 y c) 1993-1994. Las flechas indican el intervalo de muestreo.

Fig. 2.- Continuación

c) PERIODO 1993-1994



a) PERIODO 1991-1992



b) PERIODO 1992-1993

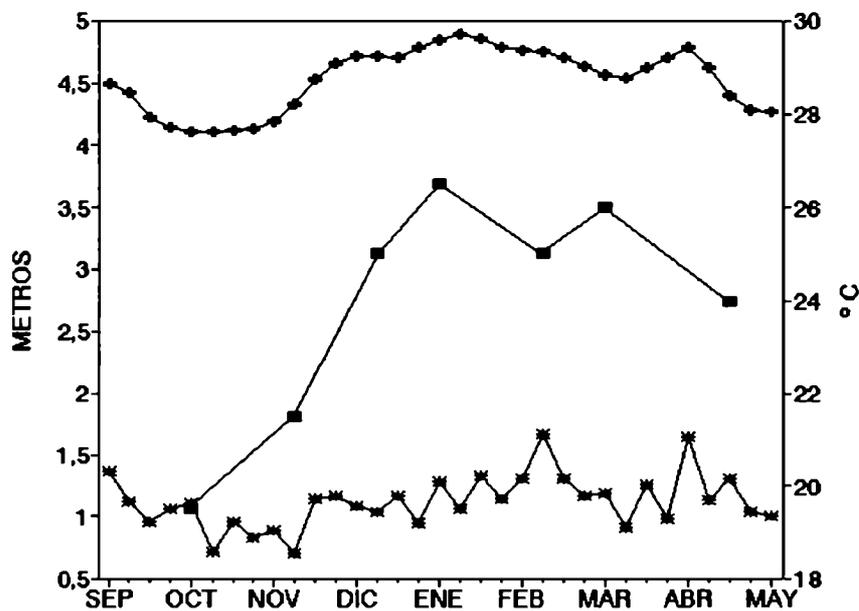
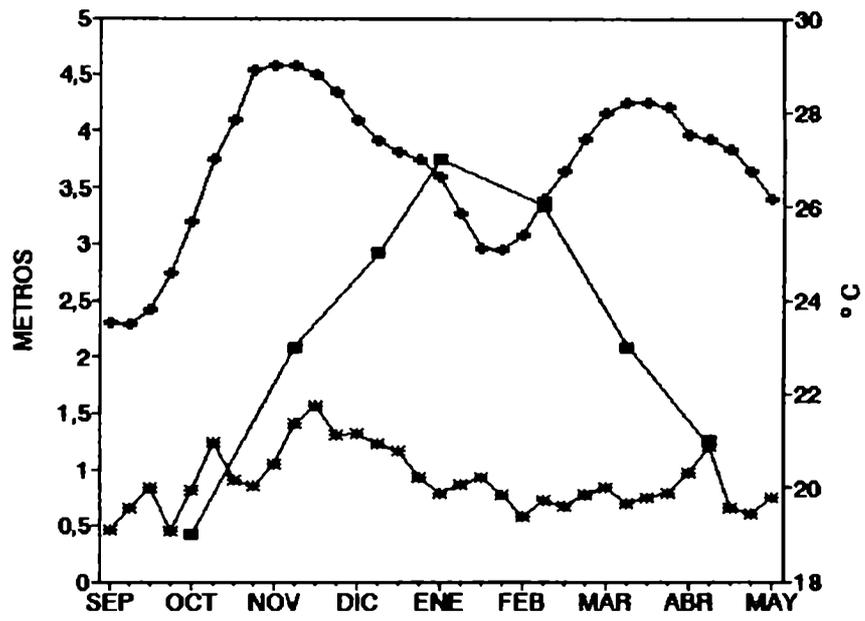


Fig. 3. – Variación temporal de los niveles hidrométricos del río Paraná a la altura del puerto de Rosario (signo más), del río Paraná de Las Palmas a la altura de Zárate (asterisco) y de la temperatura del agua durante los periodos a) 1991-1992, b) 1992-1993 y c) 1993-1994.

c) PERIODO 1993-1994



CAPITULO 3

COMPARACIÓN DEL ICTIOPLANCTON ENTRE SITIOS DEL TRAMO MEDIO Y EL DELTA DEL RÍO PARANÁ

1. - INTRODUCCIÓN

Como fue mencionado, los trabajos de marcación de sábalo y otros peces en el Río de la Plata y el tramo final del río Uruguay, mostraron una concentración de las recapturas a la altura del eje Santa Fe-Rosario (ESPINACH ROS *et al.*, 1990). Por otra parte, la ausencia de huevos y estadios larvales recién eclosionados en los muestreos sistemáticos realizados en el río Paraná de las Palmas (Capítulos 1 y 2) y en muestras obtenidas en el extremo superior del delta del río Paraná (SALZMANN, 1993) sugieren que los principales desoves de las poblaciones meridionales de la cuenca del Plata, podrían ocurrir incluso aguas arriba del río Paraná Inferior.

En este capítulo se analiza la información obtenida en muestreos sistemáticos, realizados en forma simultánea en dos sitios ubicados en el límite de los tramos medio e inferior del río Paraná y en el río Paraná de Las Palmas, en pleno delta del Paraná. El objetivo principal es acotar con mayor precisión la localización de las áreas de reproducción a través de la comparación de las variaciones en la densidad de huevos y larvas de peces y su grado de desarrollo.

2. - MATERIALES Y METODOS

El muestreo se realizó en dos puntos distantes 425 Km uno de otro. El primero estuvo ubicado a la altura del puerto de Diamante (Km 532), en el límite entre el río Paraná medio e inferior, el segundo se situó aguas abajo, sobre el río Paraná de las Palmas, frente al puerto de la ciudad de Zárate (Km 107) (Fig. 1). A partir de noviembre de 1995 y hasta fines de marzo de 1996, aproximadamente día por medio, se obtuvo una muestra en la margen izquierda del canal principal del río Paraná a 300 metros de la costa, a la altura de Diamante. Al mismo tiempo, desde comienzos de octubre de 1995 y hasta fines de marzo de 1996 se obtuvo una muestra diaria sobre la margen izquierda a 30 metros de la costa del río Paraná de las Palmas frente a la ciudad de Zárate. La localización precisa de los lugares de muestreo en ambos sitios se eligió en función de una menor variabilidad de la corriente. La velocidad de la corriente en el punto correspondiente a la ciudad de Diamante fue muy poco variable con valores que se ubicaron generalmente entre

0,60 m/s y 0,9 m/s. En Zárate los valores de velocidad de corriente en general se encontraron entre 0,6 m/seg y 1,2 m/seg, alcanzando sólo ocasionalmente valores más bajos, en períodos cortos de tiempo, durante las sudestadas pronunciadas.

Para la obtención de muestras se utilizó una red cónica de 1 m de longitud y 0,35 m de abertura de boca, con una malla de 500 μm . Cada uno de los lances consistió en el calado de la red durante 5 minutos, de manera estacionaria y en contra del sentido de la corriente. El volumen de agua filtrada se determinó mediante un flujómetro instalado en la boca de la red. La captura fue fijada y conservada en solución de formol al 5%, y posteriormente procesada en laboratorio. Las larvas fueron identificadas hasta el menor Taxón posible, con ayuda del microscopio estereoscópico.

La identificación taxonómica se basó en descripciones inéditas de larvas de las familias Doradidae, de los géneros *Pseudoplatystoma* y *Pimelodus*, de las especies *Sorubim lima*, *Pseudopimelodus zungaro* y *Leporinus* spp., *Lycengraulis olidus* (SALZMANN com.pers.) y de *Prochilodus lineatus* (MUÑIZ SAAVEDRA com. pers., citada en SVERLIJ *et al.*, 1993) y a partir de series de desarrollo obtenidas por cría de larvas en laboratorio. En el caso del sábalo, se clasificó a los estadios tempranos en tres categorías: huevos, larvas con ojos no pigmentados y saco vitelínico aparente (L1) y larvas con ojos pigmentados y vitelo muy escaso o ausente (L2). Según MUÑIZ SAAVEDRA (com.pers., citada en SVERLIJ *et al.*, 1993) los ojos no se pigmentan hasta el tercer día y el vitelo se consume totalmente después del cuarto día de vida. Para la clasificación de los estadios de desarrollo larval se adoptó el sistema propuesto por SNYDER (1981).

La densidad de larvas se expresó como número por metro cúbico. Los datos de temperatura del agua en superficie se registraron durante los muestreos, mientras que los de niveles hidrométricos del río Paraná en los puertos de Corrientes y Diamante fueron provistos por la Dirección Nacional de Construcciones Portuarias y Vías Navegables.

Se analizó la variación del promedio semanal de la densidad de larvas por grupo taxonómico, en función de los niveles hidrométricos y la temperatura del agua, y los estadios de desarrollo de las larvas de *Prochilodus lineatus*.

3. - RESULTADOS

Durante los muestreos de ictioplancton en el canal principal del río Paraná y del Paraná de Las Palmas, se identificaron 17 tipos de larvas, que representaron a 5 órdenes y 11 familias (Tabla 1). *P. lineatus* que fue la especie más frecuente constituyendo el 50 % y el 46 % de los estadios tempranos capturados en Diamante y Zárate respectivamente. Las larvas de la Fam. Doradidae alcanzaron el 21,4 % en Diamante y el 9 % en Zárate, donde *Lycengraulis olidus* ocupó el segundo lugar con una frecuencia del 22 %. Los otros grupos de especies más frecuentes fueron *Leporinus* spp (9 %), *Iheringichthys westermanni* (3% en ambos sitios), *Pimelodus* spp. (6% en Zárate) y *Pseudoplatystoma* spp (2,4% en Zárate y 1,6% en Diamante). Las larvas de algunas especies de linaje marino como la ya mencionada *Lycengraulis olidus*, las de la familia Sciaenidae y la de *Achirus lineatus* estuvieron presentes en la estación del Paraná inferior. *Salminus maxillosus*, uno de los caraciformes de mayor valor comercial y deportivo, se detectó con muy baja frecuencia en la deriva.

En Diamante, durante los ascensos sostenidos del río Paraná en los comienzos de noviembre de 1995 y en febrero de 1996, se registraron los valores mas altos de densidad de larvas de *P. lineatus*, que alcanzaron a 23 larvas/m³ y 22 larvas/m³ respectivamente (Figs. 2 y 3a). A la altura de Zárate, estos picos se manifestaron como aumentos de la densidad hasta valores de 0,6 larvas/m³ y 0,8 larvas/m³ (Fig 4a).

Durante la pronunciada bajante de las aguas del río Paraná en diciembre y enero, los valores de densidad de *P. lineatus* en Diamante fueron mínimos y estuvieron comprendidos entre 0,5 larva/m³ y 1 larva/m³. Mientras ocurría este estiaje atípico, las densidades de *P. lineatus* en Zárate, mostraron valores entre 0,25 larvas/m³ y 1,5 larvas/m³ (Figs 2 y 4a).

Tanto en Diamante como en Zárate, las densidades máximas de larvas de peces siluriformes se observaron en febrero de 1996, con valores de 6 larvas/m³ y 1,8 larvas/m³ respectivamente (Figs 3b y 4b). Durante noviembre de 1996, se

registraron picos en las densidades de *Iheringichthys westermanni* (2 larvas/m³) en Diamante y de *Pimelodus* spp. (0,6 larvas/m³) en Zárate.

Las especies de linaje marino como *Lycengraulis olidus*., las de la familia Sciaenidae y *Achirus lineatus*, fueron capturadas durante noviembre y diciembre de 1995 en Zárate. Especialmente en diciembre de 1995, las densidades de *L. olidus* fueron sorprendentemente altas, con valores de hasta 1,4 larvas/m³ (Fig 4a).

En general, los picos de densidad de larvas de sábalos y siluriformes en Diamante, superaron en al menos un orden de magnitud a los observados en el delta frente a la ciudad de Zárate. Sin embargo, los valores registrados en ambos sitios se aproximaron notablemente durante el período las aguas bajas en enero de 1996 (Figs 3-4). Las densidades medias de sábalo (larvas/m³ ± 2 Error Estandar) para todo el período de muestreo fueron también mayores en Diamante (3,73 ± 2,1) que en Zárate (0,54 ± 0,2). Los siluriformes totales también fueron registrados en densidades mayores en Diamante (1,65 ± 0,78) que en Zárate (0,128 ± 0,12).

Los estadios larvales de *Prochilodus lineatus* y de la familia Doradiadae fueron siempre protolarvas, así como la mayoría de los estadios tempranos de *Leporinus* spp., *Lycengraulis olidus*, *Pseudopimelodus zungaro* y de la fam. Sciaenidae. Sin embargo, muchas de las larvas de Pimelódidos como *Pseudoplatystoma* spp., *Pimelodus* spp., *Iheringichthys westermanni* o del caraciforme *Salminus maxillosus* se encontraron en estadios de desarrollo más avanzados, como meso y metalarvas. Los huevos y las larvas recién eclosionadas estuvieron ausentes en el delta, y no sobrepasaron el 5 % de los estadios tempranos de *P. lineatus* en la ciudad de Diamante.

Como se observa en la figuras (2-4), los valores máximos de abundancia de larvas ocurrieron con temperaturas del agua superiores a 23 ° C en noviembre de 1995, y con temperaturas de alrededor de 27 ° C en febrero de 1996.

4. - DISCUSION

En coincidencia con lo observado en muestreos anteriores, el sábalo fue la especie más abundante en el ictioplancton, tanto en el límite inferior del tramo medio como en el delta del río Paraná, y constituyó alrededor del 50 % de la captura de larvas.

La anchoa (*Lycengraulis olidus*) y las corvinas (Fam. Sciaenidae) fueron capturadas solamente en el delta, durante noviembre y diciembre. Fue sorprendente que la anchoa fuera tanto o más abundante que *P. lineatus* durante estos meses (Fig.4a). En observaciones realizadas en años anteriores en el delta durante los mismos meses, *P. lineatus* fue la especie más abundante en el delta, mientras que las máximas densidades de siluriformes ocurrieron durante febrero (Capítulo 2). En el periodo 1995-1996, el pico de densidades de siluriformes ocurrió también durante este mes, en ambos tramos (Figs 3b y 4 b).

La deriva masiva de larvas de peces en el río Paraná en noviembre de 1995 y febrero de 1996 fue coincidente con niveles hidrométricos en ascenso (Fig. 2-4), confirmando lo observado en los muestreos anteriores. El primer pico en las densidades de larvas, ocurrido en noviembre, estuvo asociado a incrementos tanto del nivel hidrométrico como de la temperatura del agua. Se ha mencionado que ambos factores pueden influir en la reproducción de los peces en el río Paraná (TABLADO Y OLDANI, 1984). VAZZOLER *et al.* (1997), refiriéndose a los peces migratorios del alto río Paraná, asignaron a la temperatura del agua y al fotoperíodo un carácter de estimuladores de la maduración gonadal, mientras que los niveles hidrométricos jugarían un rol de sincronización final de la reproducción.

El segundo pico de deriva de larvas ocurrido durante el mes de febrero de 1996 coincidió con un aumento de los niveles hidrométricos de más de dos metros en un mes (Fig. 2-4). Durante el período de nivel mínimo del río Paraná, a comienzos de enero, se observaron adultos de sábalo *P. lineatus*, en avanzado estado de maduración gonadal, confinados en lagunas desconectadas del canal principal (FUENTES, obs. pers.). En esos días, las densidades de larvas de sábalo y otros peces observadas en Diamante, fueron extremadamente bajas. Es posible que el ascenso, ocurrido desde mediados de enero y hasta febrero, haya posibilitado que los peces salieran al canal y desovaran, a medida que se producía la reconexión entre los cuerpos de agua de la llanura aluvial y los ambientes lóticos. Estas observaciones apoyan la hipótesis de que *P. lineatus* y otros peces migratorios son fundamentalmente desovantes de canal. TABLADO *et al.*, (1988) mencionaron que

los peces abandonan las lagunas, presumiblemente para desovar, cuando el río crece.

Las diferencias observadas en las densidades de larvas, tanto de caraciformes como de siluriformes, entre el canal principal del río Paraná medio y el delta (Figs. 3-4), fueron particularmente pronunciadas durante los picos de las crecientes. Sin embargo, los valores fueron muy similares cuando las alturas del río fueron mínimas, durante enero. En aguas bajas, es probable, que la dispersión de las larvas hacia los ambientes de la llanura aluvial se vea gradualmente imposibilitada, a medida que ésta pierde la conexión con el canal principal, y que una mayor proporción llegue hasta la zona del delta.

El análisis de los estadios de desarrollo de *P. lineatus*, mostró que éstos se encontraron como larvas recién eclosionadas sólo en Diamante, en el límite entre los tramos medio e inferior del río Paraná. OLDANI (1990), capturó huevos a la altura de la ciudad de Paraná, alrededor de 40 km aguas arriba de la zona de muestreo en el tramo medio, mientras que SALZMANN (1993) no encontró huevos frente a la ciudad de Rosario, en el río Paraná inferior. En la presente investigación, se observa que las densidades de huevos y larvas recién eclosionadas son mucho más bajas que las de protolarvas más desarrolladas, al contrario de lo que cabría esperar en las proximidades de las áreas de desove. En el río Uruguay medio, por ejemplo, los huevos y los estadios larvales recién eclosionados predominan a lo largo de varios cientos de kilómetros en los tramos situados próximos al límite del área de distribución de las poblaciones (FUENTES & ESPINACH ROS, *en prensa*). Estos resultados sugieren que las zonas de desove de los stocks meridionales de sábalo y otros peces del río Paraná y el Río de la Plata, estarían ubicados en el tramo medio del río Paraná, aguas arriba de Diamante.

La posición de los sitios de desove, aguas arriba de las áreas de cría, y la sincronización de la reproducción con el ascenso de los niveles hidrométricos parecen tener un claro valor adaptativo, al asegurar la máxima dispersión de los estadios larvales.

TABLA 1. Taxones en el ictioplancton capturado en el canal principal del tramo medio e inferior del río Paraná, durante el período octubre de 1995 a marzo de 1996.

Taxón	Diamante	Zárate
Orden Clupeiformes		
Fam. Engraulidae		
<i>Lycengraulis olidus</i>		
Orden Characiformes		
Fam. Curimatidae		
Subfam. Prochilodinae		
<i>Prochilodus lineatus</i>		
Fam. Anostomidae		
Subfam. Leporininae		
<i>Leporinus spp.</i>		
Fam. Characidae		
Subfam. Characinae		
Subfam. Salmininae		
<i>Salminus maxillosus</i>		
Subfam. Raphiodontinae		
<i>Raphiodon vulpinus</i>		
Fam. Serrasalmidae		
Subfam Myleinae		
<i>Mylossoma paraguayensis</i> *		
Orden Gymnotiformes		
Fam. Gymnotidae.		
<i>Eingenmania spp.</i>		
Orden Pleuronectiformes		
Fam. Achiridae		
<i>Achirus lineatus</i>		
Orden Perciformes		
Fam Sciaenidae		

Tabla 1 *Continuación*

Taxón	Diamante	Zárate
Orden Siluriformes		
Fam. Pimelodidae		
Subfam. Pimelodinae		
<i>Pimelodus</i> spp.	*	
<i>Iheringichthys westermanni</i>	*	
<i>Pseudopimelodus zungaro</i>	*	
Subfam. Sorubiminae		
<i>Sorubim lima</i>		
<i>Pseudoplatystoma</i> spp.		
Fam. Doradidae		
Fam. Auchenipteridae		
<i>Trachyconistes</i> spp.		
Fam. Trichomycteridae		
Subfam. Stegophilinae		
<i>Homodiaetus</i> spp.		
Huevos de peces		

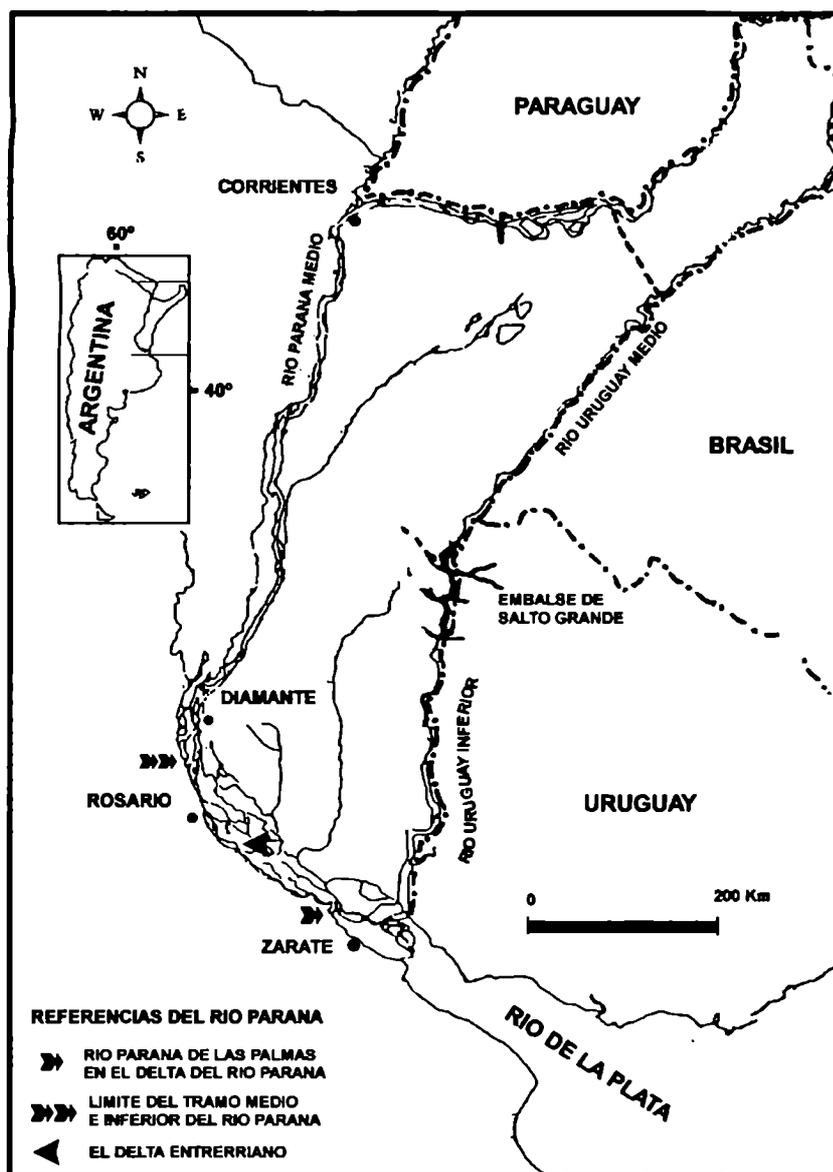


Fig. 1 - Sitios de muestreo y estaciones hidrométricas en el río Paraná.

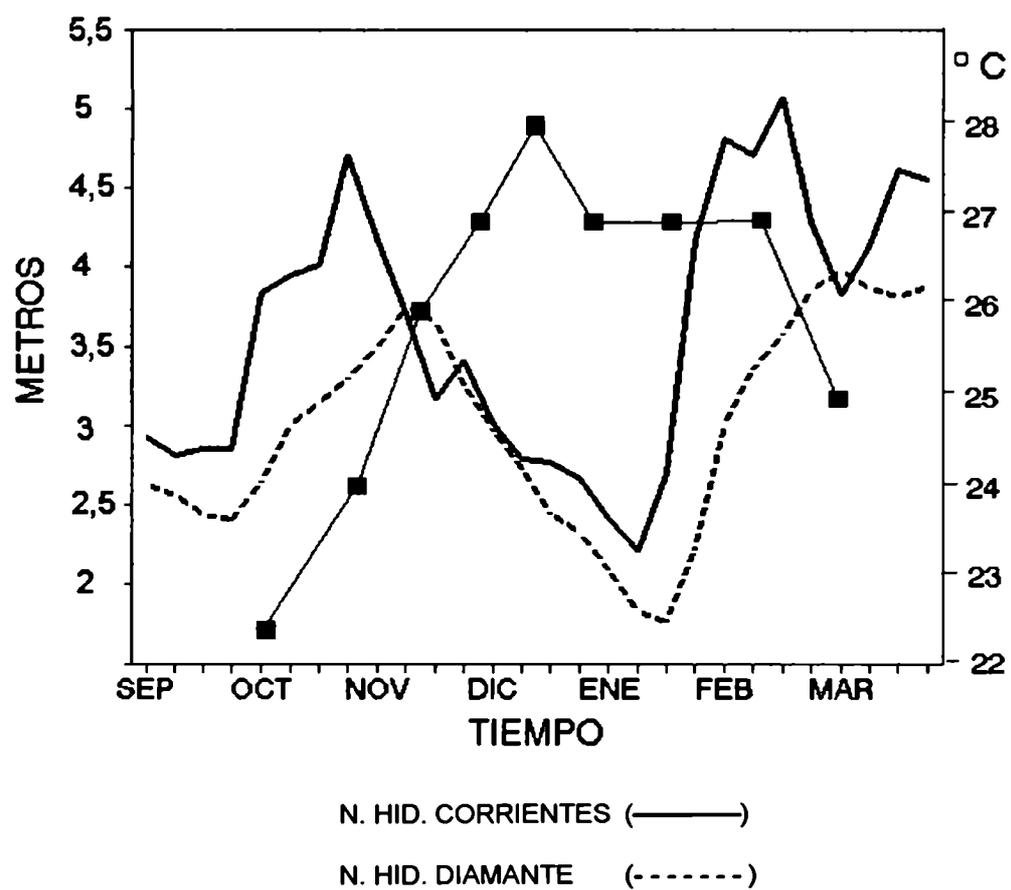
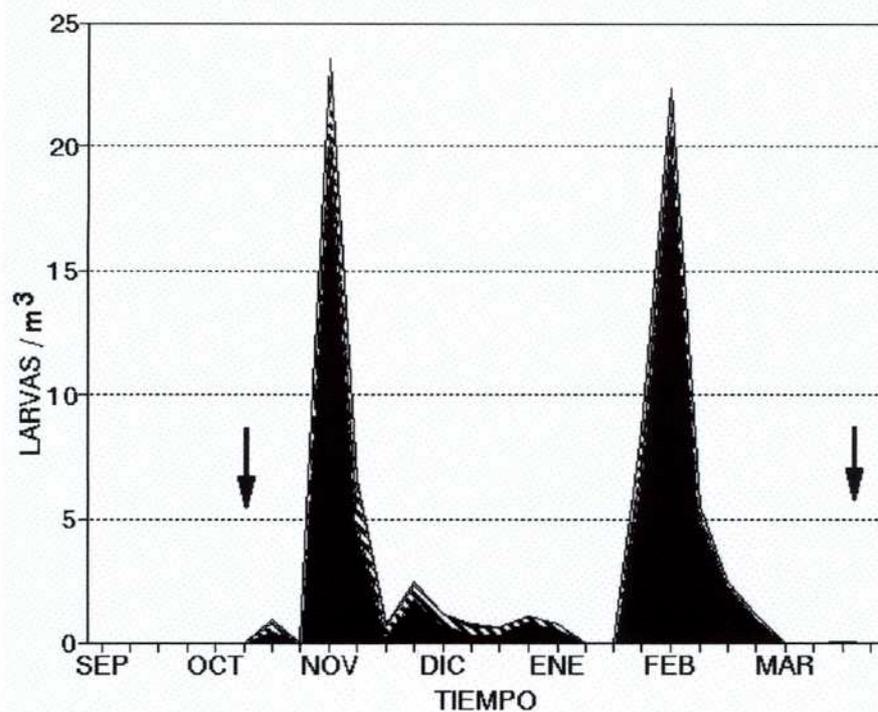


Fig. 2 - Variación del nivel hidrométrico en el puerto de Corrientes y en Diamante (Límite del Paraná medio), y de la temperatura del agua en Diamante.

a)



b)

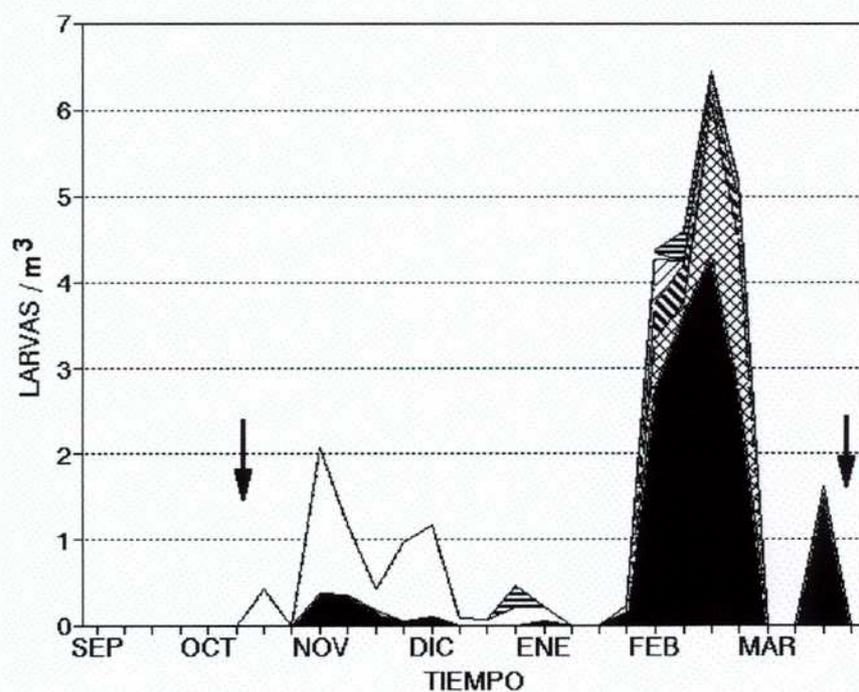
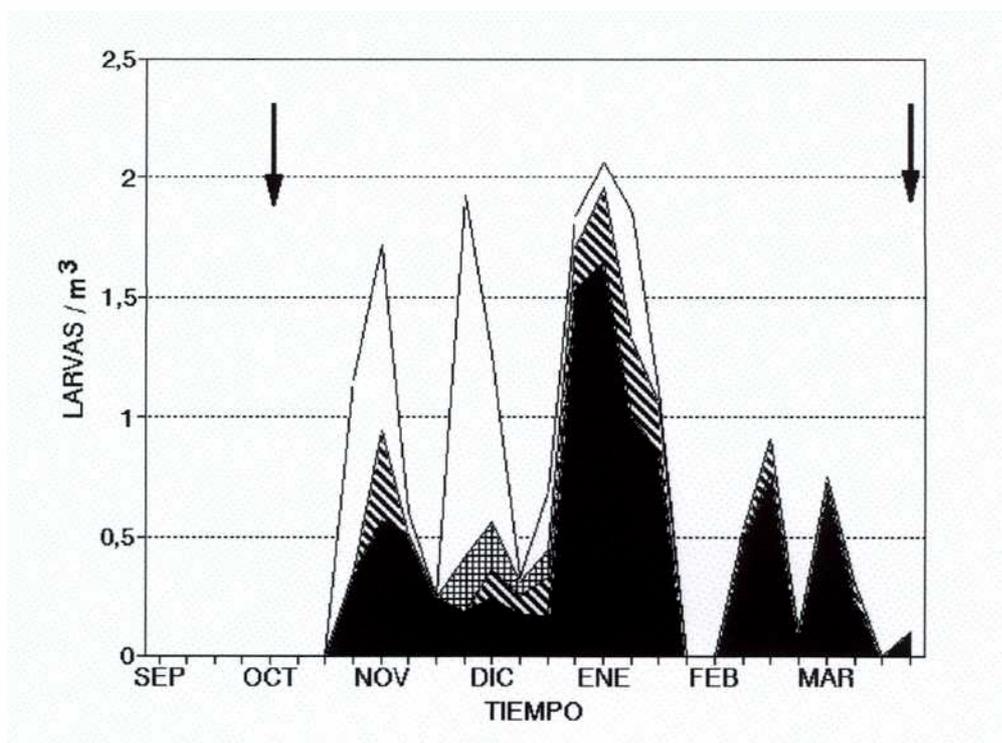


Fig. 3 - Variación de la abundancia de larvas en Diamante (Límite del Paraná medio) durante el periodo comprendido entre octubre de 1995 y marzo de 1996. a) Characiformes *Prochilodus lineatus* (negro) y *Leporinus* spp. (rayado). b) Siluriformes: Fam. Doradidae (negro), *Iheringichthys westermanni* (blanco), *Pseudoplatystoma* spp. (grilla), *Sorubim lima*, *Pseudopimelodus zungaro*, *Pimelodus* spp. (rayado espeso)

a)



b)

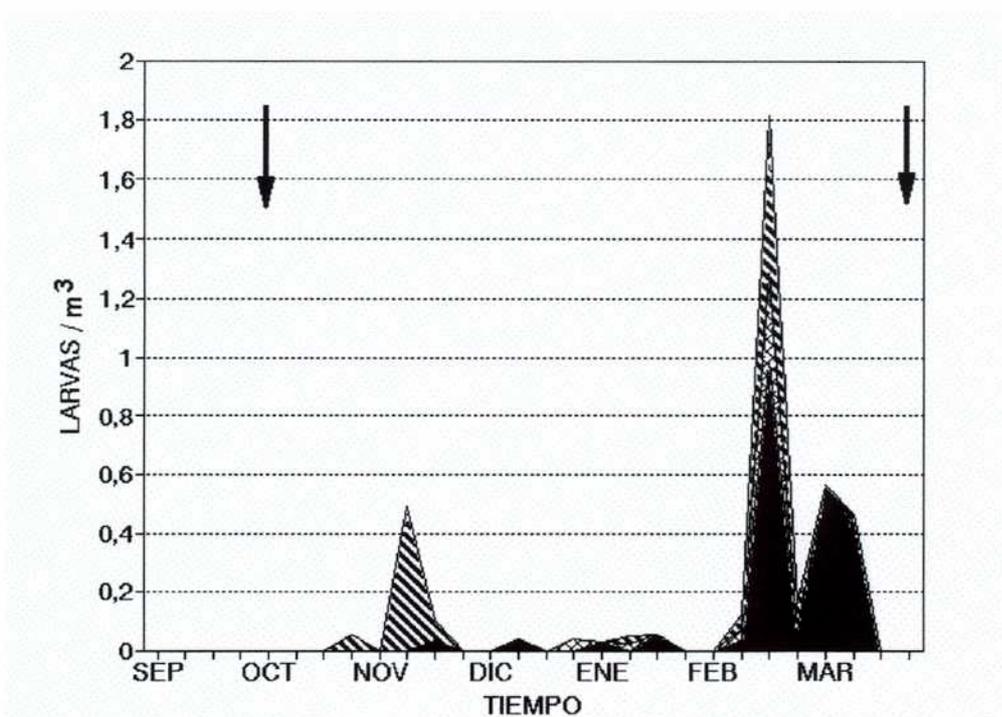


Fig. 4 - Variación de la abundancia de larvas en Zárate (Paraná inferior) durante el periodo comprendido entre octubre de 1995 y marzo de 1996. a) Characiformes *Prochilodus lineatus* (negro) y *Leporinus* spp. (rayado), Engraulidae *Lycengraulis olidus* (punteado) y Fam. Scianidae (grilla). b) Siluriformes: Fam. Doradidae (negro), *Iheringichthys westermanni* (blanco), *Pseudoplatystoma* spp. (grilla), *Sorubim lima*, *Pseudopimelodus zungaro*, *Pimelodus* spp. (rayado espeso)

CAPITULO 4

CAPTURA DE ESTADIOS LARVALES DE SABALO *Prochilodus lineatus* y OTRAS ESPECIES DE PECES MIGRATORIOS, EN UNA LAGUNA DEL RIO PARANA MEDIO, MEDIANTE EL USO DE TRAMPAS DE LUZ.

En los capítulos anteriores de esta tesis se muestra que el grado de desarrollo de las larvas de sábalo *Prochilodus lineatus* capturadas en el canal principal estuvo restringido al estadio protolarval, con un mayor o menor grado de consumo vitelínico, pero siempre sin evidencias de haberse alimentado activamente. El papel de las lagunas de la llanura de inundación del río Paraná como sitios de cría de *P. lineatus* y otras especies de caracínidos ha sido mencionado por BONETTO (1963, 1981) y AGOSTINHO *et al* (1993, 1997), entre otros. Dichos ambientes presentan características adecuadas para la cría por su disponibilidad de alimento y refugio para los estadios meso y metalarvales.

Todos los años, a partir de la primavera y durante todo el verano, las lagunas presentan una fisonomía característica, que conforma el escenario para el desarrollo inicial de las larvas. Durante el verano, se alcanzada el máximo desarrollo de la vegetación flotante y arraigada, que las hace prácticamente inaccesibles en la mayor parte de su superficie, y dificulta, o imposibilita, la utilización de artes activos de captura de larvas.

El uso de diferentes estrategias y artes para el muestreo del ictioplancton depende de la historia de vida temprana, el tipo de hábitat y las características fisiológicas y comportamentales de las distintas especies. Las trampas de luz desarrolladas por FLOYD *et al*. (1984), han sido utilizadas desde comienzos de los años ochenta en estudios de estadios larvales de peces dulceacuícolas y permiten acceder a ambientes vegetados, donde en general no se pueden utilizar artes activos. Esta técnica de captura se basa en la respuesta fototáctica de las larvas de peces, que es frecuentemente positiva (SNYDER, 1997). Durante los años noventa, se introdujeron varias modificaciones al diseño original (SECOR *et al*, 1992; DEWEY & JENNINGS, 1992; KISSICK, 1993). Los bastones de luz química fueron utilizados como emisores, en reemplazo de las linternas. KISSICK (1993) no encontró diferencias en las capturas de larvas de peces con trampas equipadas con luces químicas y eléctricas. Hasta el presente, en los trabajos sobre estadios larvales de peces en el río Paraná no se ha utilizado esta técnica de muestreo (OLDANI, 1990, NAKATANI

et al, 1993, 1997). En este capítulo se describe la composición de la captura de larvas obtenida con trampas de luz en una laguna del río Paraná.

MATERIALES Y METODOS

Entre octubre de 1996 y marzo de 1997 se realizó un muestreo exploratorio en una laguna situada en las proximidades del canal principal del tramo medio del río Paraná, a la altura de la ciudad de Diamante. Durante cuatro noches se obtuvieron 32 muestras. Un total de cuatro trampas de luz fueron dispuestas en distintos sectores de la laguna, dos de ellas fueron equipadas con luces químicas y dos con luz eléctrica. Un par de trampas con distinto tipo de luz, fue ubicado en la zona más somera (0,7-1,5 m) y de vegetación menos densa, mientras que el otro se colocó en la zona central y más profunda (1,5-2,5 m) de la laguna, donde la vegetación, dominada por *Ludwigia peploides* era más abundante. Durante las cuatro noches en que se realizaron los muestreos, la fase lunar correspondió a luna nueva o cuarto creciente, y el cielo estuvo despejado.

El diseño de las trampas fue el propuesto por KISSICK (1993), con algunas ligeras modificaciones (Fig 1). Una plancha de poliestireno expandido de 1 pulgada de espesor se ajustó a la placa de acrílico superior a fin de proveer flotabilidad a las trampas, y además, se prolongó el dispositivo de iluminación hacia arriba con un tramo de caño de PVC de 15 cm x 1,5 pulgadas que sobresalió de la superficie del agua, con el objeto de evitar la entrada de agua en el dispositivo de iluminación. Las luces eléctricas fueron linternas de 20 cm de longitud con lámparas de 2,2 volts alimentadas con dos baterías recargables de Niquel-Cadmio tipo "AA" de 1,2 volts. Como luces químicas se utilizaron bastones luminosos ("light sticks") de 6 pulgadas de largo, marca "Kaylume" color blanco, con una vida útil de 6 horas. Los emisores de luz fueron introducidos en el dispositivo de iluminación y emplazados en el centro de la cámara de captura. Los niveles y el rendimiento de iluminación de las trampas fueron observados en laboratorio, introduciendo las trampas en tanques con una capacidad de 400 litros, con agua con niveles de turbidez semejantes a los de la laguna muestreada. Los niveles de intensidad de flujo luminoso en el perímetro de las trampas, con luces eléctricas y químicas, fueron medidos cada 30 minutos durante 1,5 horas, en cuatro oportunidades. En la laguna, las trampas fueron caladas por períodos de una hora, luego del cual cada trampa fue levantada

lentamente y el producto de su captura extraído del colector y fijado en formol al 5 %. Las larvas fueron identificadas al menor nivel taxonómico posible y medidas con una precisión de 0,1 mm bajo microscopio estereoscópico. Se comparó la captura de larvas de los diferentes grupos o especies de peces.

La diferencia en la captura con los dos tipos de luces fue analizada mediante el Test de rangos de Wilcoxon (DANIELS, 1978) tomando los módulos de las diferencias entre los pares de trampas con diferente tipo de iluminación y repitiendo el análisis para los dos ambientes. La distribución de tallas de las larvas capturadas por los dos tipos de luces fue analizada mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y las diferencias en las tallas medias fue evaluada mediante el test de Student.

RESULTADOS

En total, se capturaron 2385 larvas de peces a partir de 32 muestras obtenidas en 4 visitas a la laguna. Las larvas más frecuentes fueron las de sábalo, *Prochilodus lineatus*, que alcanzaron el 64,4 % de la captura (Fig. 3). El segundo lugar correspondió a una especie no identificada del grupo de las "mojarras" (14 %), seguida por la "boga", *Leporinus* spp. (10,9 %), y por las larvas de virolo, *Apareiodon affinis*. y brillantina, *Mylossoma* spp. (6,1 % y 1,9 % respectivamente). Otros peces, como el dorado, *Salminus maxillosus*; el dientado paraguayo, *Acestrorhynchus altus*; el pejerrey, *Odontesthes* spp.; la anchoa, *Lycengraulis olidus*.; bagres, *Pimelodus* spp.; surubíes, *Pseudoplatystoma* spp. y viejas, *Hypostomus* spp. fueron menos frecuentes y constituyeron, en conjunto, el 2,1 % de la captura. Las tallas de las larvas capturadas superaron en algunos casos los 3 cm de largo total (Tabla 1). El sábalo fue capturado en un amplio intervalo de tallas, que abarcó los estadios proto, meso y metalarvales. En ocasiones, especialmente durante febrero de 1997, se evidenció la presencia de siluriformes en las capturas. En total se capturaron 36 larvas de bagres (*Pimelodus* spp), y algunas de viejas de agua (*Hypostomus* spp) , armados (Fam. Doradidae) y surubíes, *Pseudoplatystoma* spp.

No se encontraron diferencias en la captura de *P. lineatus*, *Leporinus* spp., *Mylossoma* spp. y *Apareiodon affinis* entre los diferentes tipo de luz utilizados, según lo reveló la prueba de rangos de Wilcoxon ($P > 0,05$; $N = 16$) para todos los pares de trampas, considerando los ambientes en conjunto o por separado ($P > 0,05$; $N = 16$).

La captura de larvas de *P. lineatus* y especialmente de *Leporinus* spp. fue algo mayor en la zona costera, menos densamente vegetada (Tabla 2).

No se encontraron diferencias significativas en las distribuciones de tallas de *P. lineatus* y *Leporinus* spp. entre los dos tipos de luz (Kolmogorov-Smirnov, $P > 0,05$; $N=16$), ni tampoco en las tallas medias de *P. lineatus*, *Leporinus* spp., *Mylossoma* spp. y *Apareiodon affinis* (Test de Student, $P > 0,05$; $N=16$).

DISCUSION

El sábalo *P. lineatus* superó el 60 % de la captura de larvas con trampas de luz. A pesar de que los factores que influyen el funcionamiento de estos artes son diferentes a los que operan en los muestreos con redes de plancton, la proporción de *P. lineatus* en la captura resultó semejante (Capítulos 2-4, este trabajo).

Las tallas de larvas de sábalo capturadas se extendieron entre 5,5 mm y 12,83 mm. Este intervalo no incluye las correspondientes a estadios larvales recién eclosionados, que han sido observados solamente en el canal principal en muestreos con redes de plancton (Capítulos 1-3). Por el contrario, los estadios meso y metalarvales ausentes en el ictioplancton de los ambientes lóticos estuvieron presentes en las capturas obtenidas con trampas de luz. Es posible que esto indique un comportamiento de salida del canal principal luego de completada la reabsorción del vitelo.

No se observaron diferencias en el número de larvas capturadas con luces de origen eléctrico y químico (Tabla 2). Este resultado es coincidente con los de KISSICK (1993), quien no encontró diferencias entre las capturas de larvas de peces con luces de diferente origen. Existen diferencias importantes en el nivel de iluminación de los bastones luminosos y las linternas utilizadas en este trabajo. Las luces eléctricas iluminaron 5 veces más que las químicas. En 1,5 horas, la intensidad del flujo luminoso en el perímetro de las trampas decae de 10 lux a 2 lux con luces eléctricas y de 2 lux hasta 0,2 lux con luces químicas. En general se acepta, que la eficacia de las trampas de luz depende de la intensidad de luz utilizada (FLOYD *et al.*, 1984). Si bien, el número de larvas de *P. lineatus*, *L. obtusidens*, *Mylossoma* spp. fue mayor en las trampas iluminadas con luces eléctricas (Tabla 2), las diferencias no fueron significativas.

Resulta llamativa la captura de algunas especies larvales de siluriformes, dado que en larvas de este grupo se han observado comportamientos que indican una

respuesta fototáctica negativa (Capítulo 1). Además, los estadios larvales de bagres (Subfamilia Pimelodinae) en el río Uruguay (MANTERO & FUENTES, 1997) y en el delta del río Paraná (Capítulo 1) se encontraron desplazados hacia los estratos de mayor profundidad durante las horas de luz. FLOYD *et al.*, (1984) no capturaron larvas de los siluriformes *Ictalurus punctatus* y *Pylodictis olivaris* en trampas de luz, mientras que sí lo hicieron con redes de plancton. ARMSTRONG & BROWN (1983) también observaron que las larvas de estos siluriformes estaban activas especialmente durante la noche. Todo esto indica que es común en este grupo una respuesta fototáctica negativa. Sin embargo, los resultados obtenidos sugieren que los estadios larvales de bagres *Pimelodus* spp., de viejas *Hypostomus* spp., y protolarvales de armados (Familia Doradidae) podrían tener una respuesta fototáctica positiva, al menos parcialmente. Desafortunadamente durante este estudio no se realizaron controles (muestras sin luces), que permitirían evaluar si las entradas de estos peces a las trampas fueron ocasionales o el resultado de una búsqueda activa.

En la mayoría de los trabajos, las trampas de luz han sido ubicadas en superficie (FLOYD *et al.*, 1984; KISSICK, 1993; DEWEY & JENNINGS, 1994). En la Tabla 2 se puede observar que las capturas obtenidas en trampeos de superficie fueron mayores en las zonas costeras, de menor densidad de vegetación y profundidad. Es posible que las especies distribuidas en profundidad hayan sido más atraídas en sectores más someros y en donde la vegetación haya obstaculizado en menor grado el efecto de "llamada" de la luz. De esta forma podría explicarse, además, el hecho de que en las zonas más profundas y más densamente vegetadas, la captura de *Leporinus* spp. haya sido algo superior en las trampas equipadas con luces eléctricas (aunque no significativamente). Estas últimas poseen una intensidad de luz mayor y pudieron haber alcanzado más eficazmente el estrato de profundidad en el centro de la laguna. SNYDER (1997) mencionó además que los obstáculos podrían ejercer un efecto de distracción por reflejo de la luz, concentrando en su superficie a los estadios larvales. Posiblemente, la densidad del parche de vegetación en medio del cual se ubican las trampas, la profundidad de la laguna, el estrato de profundidad y la fase lunar, operen junto a la respuesta fisiológico-comportamental de las especies larvales, influyendo en la magnitud de la captura.

CONCLUSION

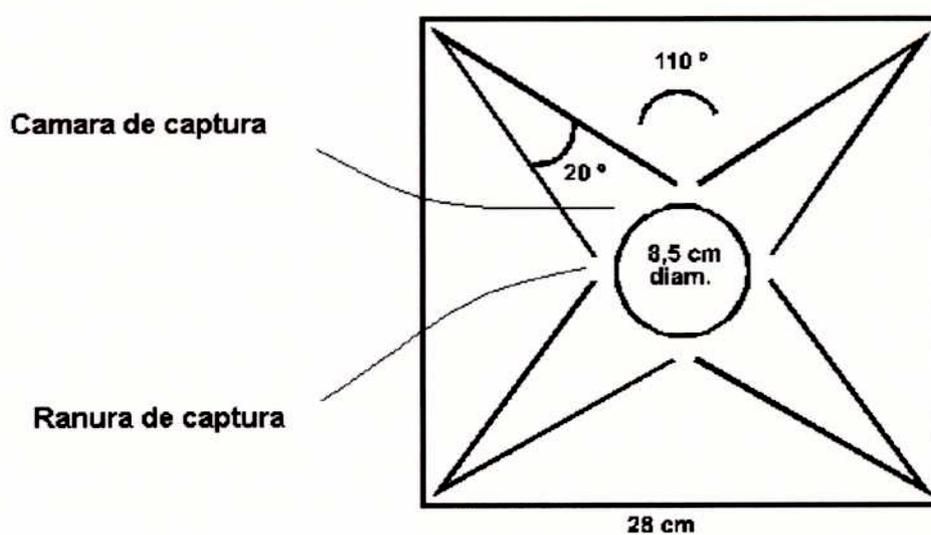
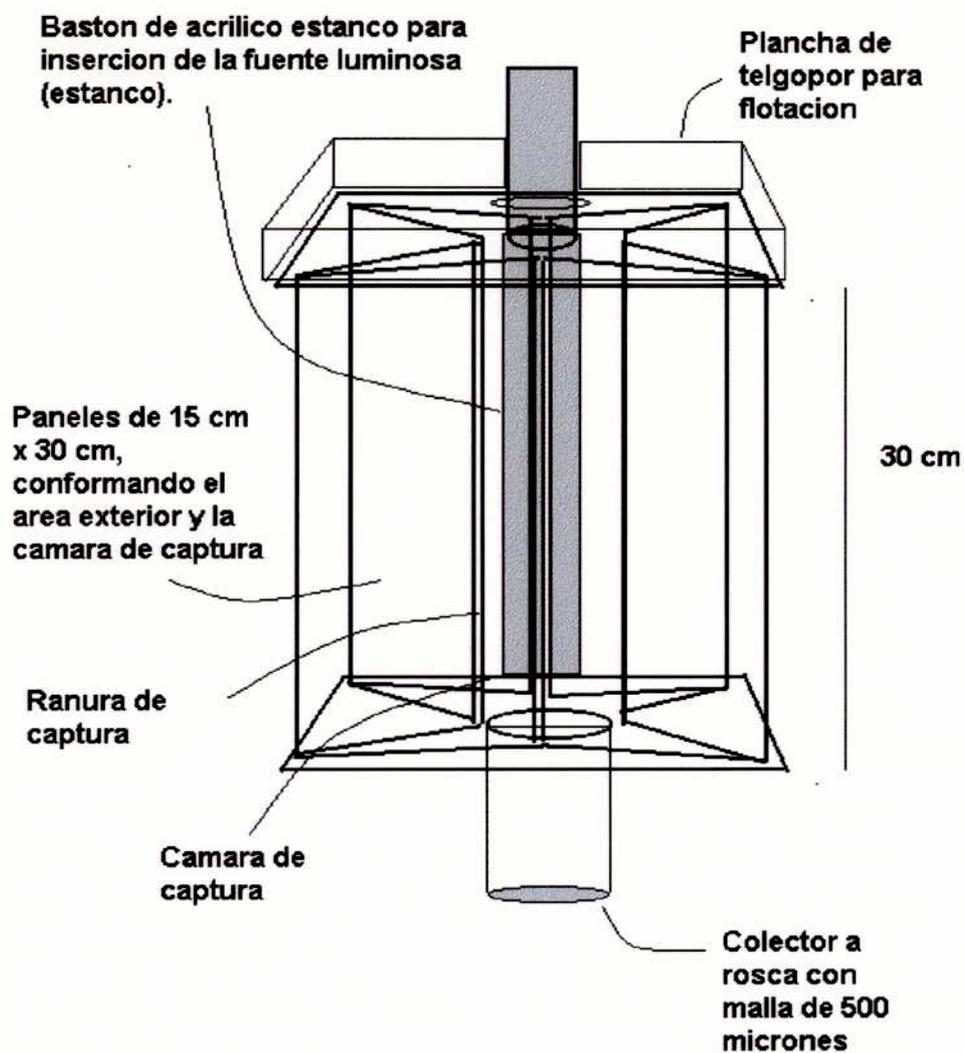
Las trampas de luz capturaron los estadios larvales de sábalo *P. lineatus* en el rango entre los 5,5 mm y 12,8 mm, además de protolarvas de boga *Leporinus* spp, *Mylossoma* spp, *Apareiodon affinis*, varios estadios larvales de la familia Tetragonoperidae no identificados y en ocasiones larvas de siluriformes. Los estadios de desarrollo presentaron, en general, un grado avanzado de reabsorción vitelínica y, en varios casos, fueron meso y metalarvas. La ulterior utilización de esta técnica de captura exige una profundización en el estudio de la influencia de los factores que afectan la capturabilidad de larvas, así como la determinación de las respuestas fototácticas de varias especies en sus distintos estadios de desarrollo temprano.

Tabla 1. Número de ejemplares, intervalos de talla de los taxones capturados por las trampas de luz en una laguna del río Paraná, durante noviembre de 1996 y febrero de 1997.

Grupo o Taxón	Número	Int.Talla (mm)
Orden Characiformes		
Familia Curimatidae		
Subfamilia Prochilodontinae		
<i>Prochilodus lineatus</i>	1507	12,83-5,5
Familia Anostomatidae		
Subfamilia Leporininae		
<i>Leporinus</i> spp.	254	9,5-4,75
Familia Characidae		
Subfamilia Salmininae		
<i>Salminus maxillosus</i>	2	26-17
Subfamilia Characinae		
<i>Acestrorhynchus altus</i>	1	22
Subfamilia Myleinae		
<i>Mylossoma</i> spp.	45	10,83-3,75
Familia Tetragonopteridae		
No identificados A y B	340	27,8-4,8
Familia Hemiodontidae		
Subfamilia Parodontinae		
<i>Apareiodon affinis</i>	143	17,3-5,6
Orden Clupeiformes		
Fam. Engraulidae		
<i>Lycengraulis olidus</i> .	4	27-15,6
Orden Siluriformes		
Familia Pimelodidae		
Subfamilia Pimelodinae		
<i>Pimelodus</i> spp.	34	15-20
Subfamilia Sorubiminae		
<i>Pseudoplatystoma</i> spp.	1	12
Familia Loricariidae		
Subfamilia Plecostomatinae		
<i>Hypostomus</i> spp.	3	17-15
Orden Atheriniformes		
Familia Atherinidae		
<i>Odonthesthes</i> spp.	3	34-32

Tabla 2. Captura de larvas (Número \pm Error Estándar) en zonas costera y central de una laguna del tramo medio del río Paraná con luces químicas y eléctricas, durante el periodo noviembre de 1996-febrero de 1997.

	<i>P. lineatus</i>	<i>Leporinus</i> spp.	<i>Mylossoma</i> spp.	<i>Apareiodon affinis</i>
Zona Costa				
Luz Química	65,37 \pm 20,84	12,87 \pm 5,97	1,25 \pm 0,52	5,50 \pm 3,36
Luz Eléctrica	45,12 \pm 16,92	12,75 \pm 4,33	2,50 \pm 0,90	11,25 \pm 7,78
Zona Centro				
Luz Química	30,87 \pm 12,21	1,75 \pm 0,45	0,625 \pm 0,49	0,125 \pm 0,125
Luz Eléctrica	47,00 \pm 22,45	4,37 \pm 1,57	1,25 \pm 0,45	1,000 \pm 0,567



VISTA DE LA CARA INFERIOR

Figura 1.- Trampa de luz utilizada (adaptado de KISSICK, 1993).

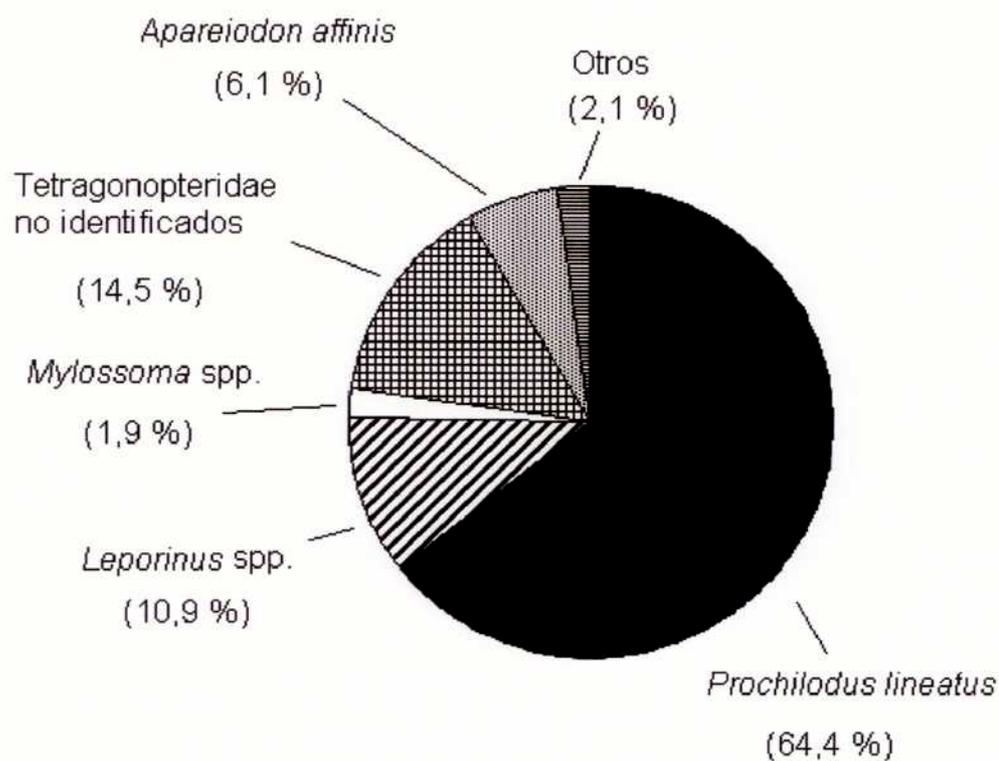


Figura 2.- Composición de la captura de larvas de peces en una laguna del río Paraná medio, obtenida con trampas de luz caladas en superficie, durante el periodo octubre de 1996-marzo de 1997.

CAPITULO 5

IDENTIFICACION DE LOS ESTADIOS TEMPRANOS DE DESARROLLO

1.- INTRODUCCION

La identificación de los estadios larvales de peces dulceacuícolas es un área de la ictiología que se ha iniciado hace no mas de tres décadas. El desarrollo de estos estudios se vio alentado por la necesidad de evaluación de los impactos de la interrupción del proceso reproductivo por la construcción de obras hidroeléctricas, o de los efectos producidos por el número creciente de sistemas de refrigeración de plantas de generación de energía nuclear o termoeléctricas sobre el reclutamiento de las poblaciones de peces (GALLAGHER & CONNER, 1983)

Los problemas asociados con la aplicación de estudios de ictioplancton son de naturaleza taxonómica, técnica y estadística (SMITH & RICHARDSON, 1979). Uno de los obstáculos, para la identificación de las larvas de peces, es que la bibliografía especializada contiene relativamente pocas especies descritas en sus estadios de vida tempranos. Es también limitado el número de especialistas con conocimientos amplios en la identificación de huevos y larvas. La combinación de un alto numero de especies, la gran similitud morfológica, el desconocimiento de las larvas de muchas especies, así como la falta de literatura comparativa y los errores publicados, complican el trabajo de la identificación (FUIMAN *et al.* 1983). Este último requiere la integración de diversa información que involucra la presencia de determinados caracteres y similitudes entre especímenes. Los caracteres únicos o diagnósticos tienden a ser mucho más escasos que en los adultos (MARLIAVE, 1988). Se han utilizado caracteres morfométricos, merísticos y patrones de pigmentación en diferentes partes del cuerpo. No obstante, los caracteres suelen no tener valor en todo el periodo larval (MARTINEZ, 1984), y frecuentemente no pueden utilizarse los mismos en grupos cercanos (FUIMAN *et al.*, 1983). Se ha mencionado que la tarea de identificación no necesita basarse enteramente en datos morfológicos, y que otros caracteres como el grado de desarrollo de las larvas, la talla o la edad en el marco de la estacionalidad en la reproducción de las especies pueden ser de sumo valor (FUIMAN *et al.*, 1983). Las descripciones se han encarado frecuentemente a partir de estadios larvales provenientes de desoves controlados de

parentales inequívocamente identificables (SNYDER, 1976, 1981, 1988; KEMPINGER, 1988, SIMON *et al*, 1987, MARTINEZ, 1984, entre otros). Alternativamente, se ha recurrido a la captura de larvas en ambientes naturales y la obtención de series de desarrollo mediante cría en laboratorio (AHLSTROM & MOSER, 1976; NAKATANI *et al*, 1997)

En este capítulo se ofrece un listado fotográfico y breves descripciones de los estadios larvales capturados en el río Paraná inferior y medio. En el mismo no se pretende enfocar la problemática de la taxonomía de larvas de peces de la cuenca del Plata, lo cual sería extremadamente dilatorio y escaparía a los objetivos de este trabajo. Más bien, el objetivo de este listado es ofrecer un primer aporte referido al reconocimiento de las larvas del río Paraná medio e Inferior y dejar constancia del alcance obtenido en la identificación de los estadios larvales en estas investigaciones.

2.- METODOLOGIA UTILIZADA PARA LA CRIA DE LARVAS

Desde 1990 se realizaron continuamente muestreos en el río Paraná de Las Palmas en el delta del río Paraná en la ciudad de Zárate y desde 1996 en el río Paraná medio a la altura del Puerto de Diamante. La mayoría de las muestras fueron obtenidas con redes cónicas de 1 metro de longitud y 35 cm de abertura de boca, con una malla de 500 micrones. Paralelamente a los muestreos se realizó la colecta de numerosa cantidad de larvas, que fueron criadas en laboratorios del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero durante el periodo 1990-1995 y en laboratorios del Programa de Piscicultura del Centro de Investigación Científica y de Transferencia Tecnológica a la Producción de Diamante, Prov. de Entre Ríos, en el periodo 1995-1997. Para la cría de larvas se diseñó un sistema cerrado de circulación con un volumen de 60 litros, provisto de una bomba sumergible conectada a un sistema de cañerías de distribución de polipropileno de 0,5 " y un filtro biológico tipo esponja (Figs 1-2). El sistema estaba compuesto de cuatro acuarios de 60 cm de largo x 15 cm de ancho x 17 cm de alto provistos de un desagote en uno de sus extremos, que recibían un flujo continuo de agua de bombeo desde un deposito inferior de 60 cm de largo x 30 cm de ancho y 30 cm de altura. El caudal en el sistema fue regulado mediante una válvula de derivación que desagotaba en el deposito inferior, y a su vez, un tapón de polipropileno de 0,5"

permitió graduar individualmente el caudal en cada uno de los acuarios superiores de cría (0,5-1 l/min). El agua utilizada, fue agua del río Paraná o la proveniente de la red de agua potable de la ciudad de Buenos Aires previamente desclorinizada. En todos casos el agua fue renovada semanalmente y tratada día por medio con una solución preventiva de formol y verde de malaquita. Las larvas fueron alimentadas con quistes de *Artemia* decapsulados, o nauplii recién eclosionados, según el caso, y, en ocasiones con huevos de sábalo separados de los ovarios mediante un agitador magnético. En muchos casos de ejemplares de larvas depredadoras, éstas fueron alimentadas exclusivamente con larvas de sábalo. Una vez alcanzados los estadios de desarrollo de interés, las larvas fueron fijadas y preservadas en formol al 5 %, para luego proceder a la obtención de fotografías. En algunas ocasiones fue posible fotografiarlas vivas o recién muertas. Para la realización de las fotografías se utilizó un microscopio estereoscópico marca Olympus, con adaptador para cámara fotográfica y se trabajó con diafragmas crecientes de 4 a 16 y una velocidad de exposición de 1 segundo. La luz utilizada provino de un par de iluminadores de fibra óptica, enfocados de manera lateral a la larva.

Como se menciona en los diferentes capítulos de este trabajo, la identificación de las larvas se basó en descripciones mas o menos formales (MUÑIZ SAAVEDRA, citada en SVERLIJ *et al.*, 1993), SALZMANN (1993), y NAKATANI *et al.*, (1997), y en la caracterización de estadios de desarrollo a partir de la recolección y cría de larvas. En algunas ocasiones éstas fueron identificadas al menor taxón posible, por la presencia de caracteres hallados inequívocamente en individuos adultos, según las descripciones de RINGUELET *et al.*, (1967) y mencionadas en el listado de especies actualizado por LOPEZ *et al.*, (1987), o bien, en base a caracteres morfológicos de estadios larvales mas avanzados obtenidos mediante la cría en laboratorio.

El sistema de clasificación de los estadios de desarrollo utilizado fue el propuesto por SNYDER (1981), quien distingue tres etapas: protolarva, caracterizada por la presencia de una aleta primordial única, sin diferenciación de aletas impares, la mesolarva, con la presencia de al menos un radio en las aletas impares, y la metalarva, con todas sus aletas y radios en formación. Al terminar la etapa de metalarva, comienza la de juvenil.

La mayor parte de la información obtenida, surgió de la caracterización de los "tipos" o "especies larvales", que provinieron de la cría del material capturado en los sitios muestreados. Dado que los trabajos realizados hasta el presente se concentraron en

las especies de peces migratorios de mayor interés comercial, que en general son desovantes de canal, los muestreos se realizaron mayoritariamente en ambientes lóticos. Es probable que muchas especies de ambientes leníticos y marginales, con larvas que se presentan muy ocasionalmente en la deriva, no estén incluidas en este listado. Por otra parte, de ninguna manera se propone cubrir la totalidad de los estadios de desarrollo en cada caso, ya que el material utilizado proviene de sitios donde los estadios más tempranos de algunas especies normalmente estuvieron ausentes (Capítulos 1-3).

Los caracteres utilizados para la identificación de larvas fueron los siguientes:

- Forma
- Robustez.
- Longitud total (LT)
- Posición del ano en relación a la longitud del cuerpo (LHA/LT).
- Pigmentación ocular. Pigmentación corporal.
- Tamaño y forma del ojo. Margen anterior del ojo (MAO). Relación con el tamaño de la cabeza (MAO/LC)
- Presencia de vitelo. Forma del saco vitelínico.
- Presencia de pigmentación, en vista dorsal y ventral, en vista lateral y en las aletas.
- Presencia de espinas.
- Presencia de barbillas.
- Longitud de las barbillas.
- Inserción de las barbillas en relación a la posición del ojo.
- Presencia e inserción de aletas en relación al eje del cuerpo.
- Origen o inserción de la aleta primordial, dorsal (ODAP) y ventralmente (OVAP)

OG

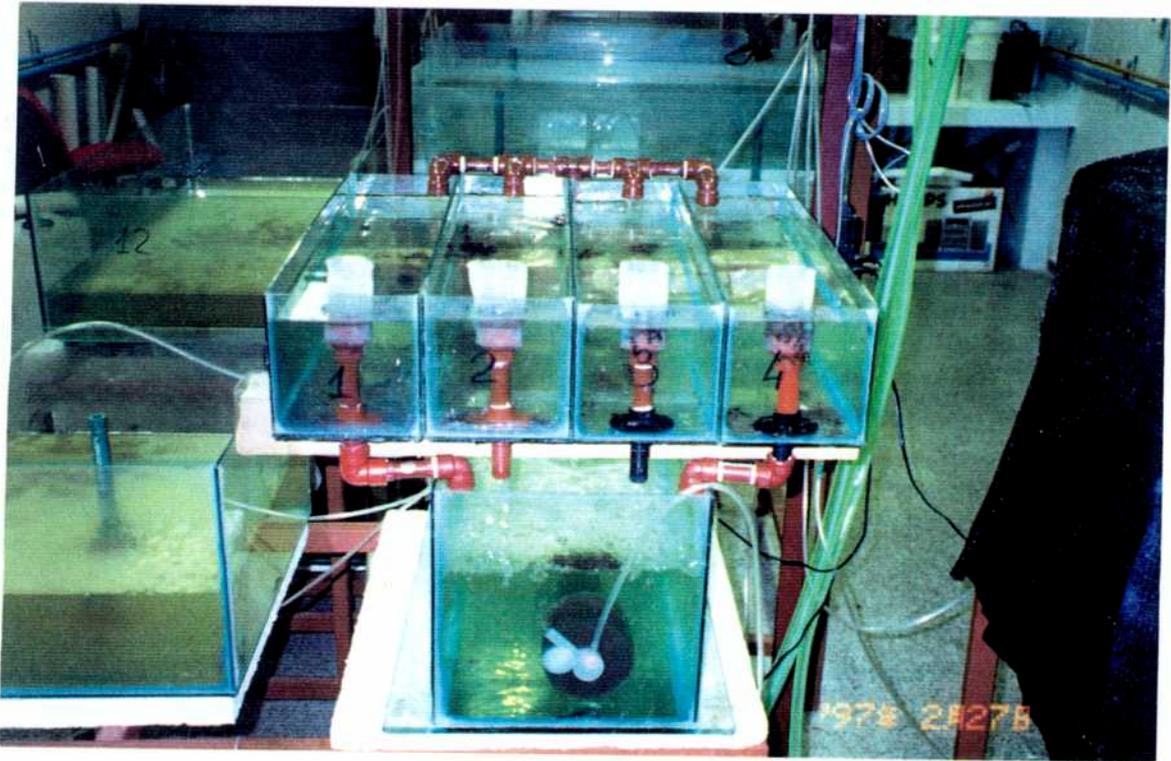


Foto 1. Vista frontal del sistema para la cría de larvas de peces.



Foto 2. Vista posterior del sistema para la cría de larvas de peces. Se observa el reservorio o depósito inferior, la bomba y el sistema de recirculación en polipropileno.

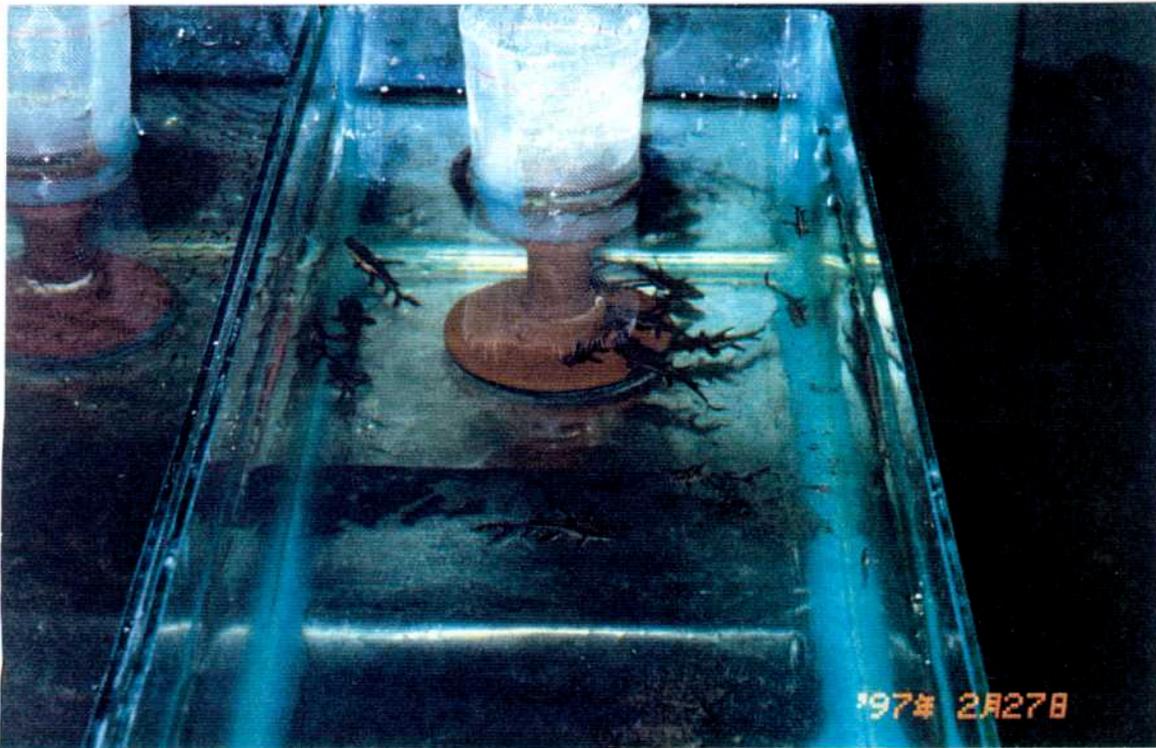


Foto 3. Vista superior de un acuario de cría, conteniendo ejemplares juveniles de surubí, *Pseudoplatystoma* spp. Detalle de la salida de agua.

Orden Characiformes
Familia Curimatidae



Foto 4. Protolarva de sábalo, *Prochilodus lineatus*, recién eclosionada, con 5,2 mm de largo total LT. Origen dorsal de la aleta primordial (ODAP) a la altura del margen posterior del saco vitelínico (MPVIT). El origen de la porción preanal de la AP apenas por delante del MPVIT. Relaciones $ODAP/LT=0,42$, $OVAP/LT=0,36$; $MPVIT/LT=0,38$. Relación Longitud hocico-ano (LHA) / $LT=0,68$. Sin pigmentación ocular. Aumento 15 X.



Foto 5. Protolarva de sábalo, *Prochilodus lineatus*, de 5,9 mm de largo total, con ausencia de pigmentación ocular. El vitelo más reducido y mayor elongación corporal que en Foto 4. Sin pigmentación ocular. ODAP/LT=0,32; OVAP/LT=0,31; MPVIT/LT=0,4; LHA/LT=0,62. Aumento 12 X.



Foto 6. Protolarva de sábalo, *Prochilodus lineatus*, de 7 mm de largo total con pigmentación ocular. El vitelo más reducido y mayor elongación corporal que en Foto 5. Boca en formación. Aletas pectorales presentes. Ojo redondeado, entra unas tres veces en la longitud comprendida entre el hocico y la inserción de las pectorales. El margen anterior del ojo (MAO) en relación al largo de la cabeza (LC) es 0,37. (ODAP/LT=0,37; OVAP/LT= 0,27, MPVIT/LT=0,37; LHA/LT=0,65) . Aumento 12 X



Foto 7. Tres estadios larvales de sábalo. Arriba, individuos Fotos 5 y 6. Abajo, protolarva de 7,4 mm de largo total, con ojos pigmentados y vitelo en reabsorción avanzada. Mayor desarrollo del tubo digestivo. Flexión completa de la notocorda. La boca está formada. La aleta primordial acompaña la elongación corporal y el origen ventral de la aleta primordial es más anterior $OVAP/LT=0,19$. La posición del ano se mantiene ($LHA/LT=0,64$). La longitud y la altura de la cabeza entran 5,8 y 8 veces, respectivamente, en el largo total. Los ojos entran 4,3 veces en la longitud de la cabeza. La relación MAO/LC es 0,33. Aumento 12X



Foto 8. Mesolarva de sábalo, *Prochilodus lineatus* de 9 mm de largo total. Se inicia el esbozo de la aleta dorsal y el del radio de la caudal. Vitelo ausente y tubo digestivo formado. Hay mayor engrosamiento corporal, la longitud de la cabeza entra 6,8 veces en el largo total. La posición del ano se mantiene ($LHA/LT=0,64$) y la pigmentación caudal es más pronunciada que en Foto 7. El diámetro ocular cabe casi 5 veces en el largo de la cabeza. La relación MAO/LC es de 0,26. Aumento 7 X



Foto 9. Prejuvenil de sábalo, *Prochilodus lineatus*, de 24 mm de largo total. Aletas dorsal, anal, adiposa, pélvicas y pectorales presentes, primordio ventral ya ausente. Parte anterior de la aleta dorsal pigmentada. Escamas formadas. Aumento 6 X.



Foto 10. Protolarva de boga, *Leporinus* sp. de 5 mm de longitud total, con vitelo en reabsorción avanzada. Aletas pectorales formadas. La cabeza cabe 4,5 veces en la longitud total del cuerpo. Ojo más o menos pequeño, con pigmentación presente, entra 6 veces en el largo de la cabeza. La relación MAO/LC es de 0,25. Pigmentación corporal no evidente a simple vista. La boca está formada y tiende a ser subterminal. El ano posterior ($LHA/LT = 0,66$). Otras relaciones: $ODAP/LT = 0,41$; $OVAP/LT = 0,22$. Aumento 12 X.



Foto 11. Mesolarva de boga, *Leporinus* sp.; de 8,8 mm de largo total. Esbozo de las aleta dorsal y caudal. Pigmentación corporal longitudinal extendida desde el extremo de la boca, a la altura del ojo, hasta el esbozo de a aleta caudal. La cabeza cabe 4,5 veces en el largo total del cuerpo, y el ojo, que es redondeado, 3,6 veces en la longitud de la cabeza. La relación MAO/LC es 0,3. Engrosamiento corporal. Tubo digestivo formado. Relación LHA/LT=0,68. Aumento: 12 X.



Foto 12. Metalarva de boga, *Leporinus* sp. de 12,4 mm de largo total. Aleta caudal, dorsal y anal pigmentadas con el color general del cuerpo. La aleta adiposa presenta una pigmentación llamativa con color dorado, mientras el borde y la base son oscuros La tonalidad general del cuerpo es dorado arena y la pigmentación corporal longitudinal se reduce a la distancia entre el MAO y el hocico. Se presentan 8 fajas verticales más evidentes en la parte dorsal.. Aumento 6 X



Foto 13. Metalarva avanzada o prejuvenil de boga, *Leporinus* sp. de 28 mm de longitud total. La tonalidad general del cuerpo se mantiene con respecto a foto 12, la línea longitudinal casi desaparece. Todas las aletas están desarrolladas. El ojo entra 4 veces en el largo de la cabeza y ésta 4 veces en el largo total del cuerpo. La relación LHA/LT es 0,62. Aumento 5 X.

Familia Serrasalminidae
Subfamilia Myleinae



Foto 14. Protolarva de pacú, *Piaractus mesopotamicus*, de 5,9 mm de largo total. Aletas primordial y esbozos de las pectorales Sin pigmentación corporal aparente. Ojo pigmentado y de tamaño grande y redondeado, entra 2,5 veces en la longitud del segmento comprendido entre el hocico y la inserción de las pectorales. El tubo digestivo está formado y la relación LHA/LT es 0,61. Aumento 12 X.

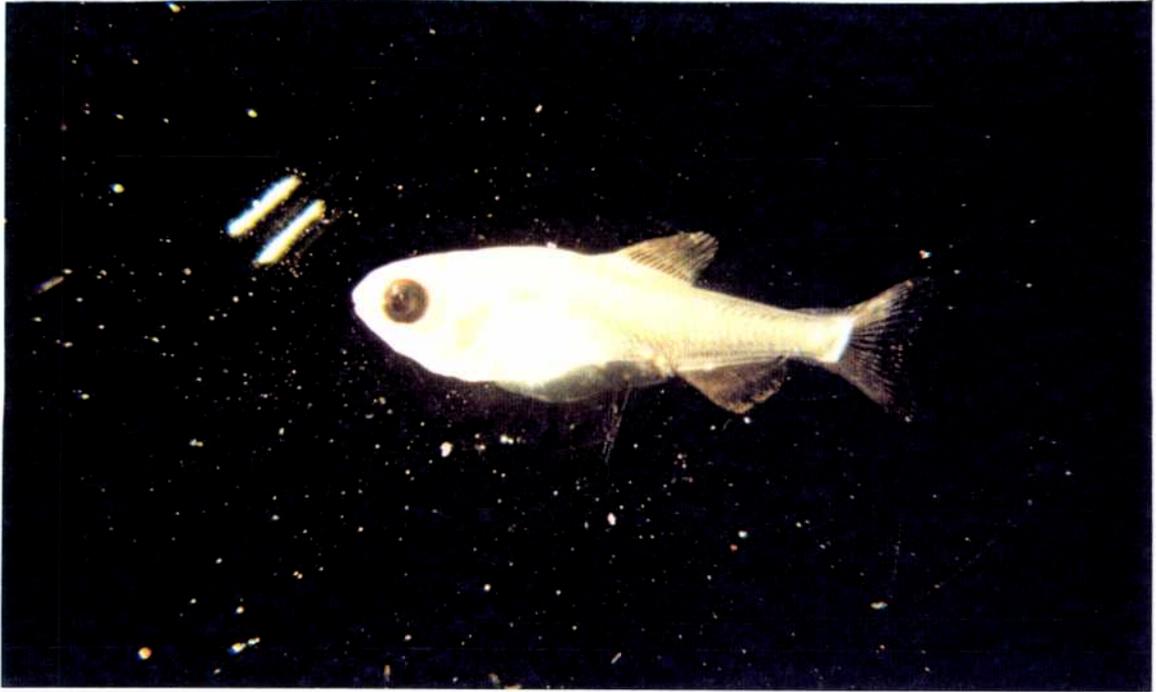


Foto 15. Metalarva de pacú, *Piaractus mesopotamicus* de 10 mm de largo total y radios en aletas dorsal, caudal y anal. Vestigios del segmento ventral de la aleta primordial. La altura del cuerpo cabe 4,3 veces en la longitud total. EL ano se ubica casi por debajo del margen posterior de la aleta dorsal, la relación LHA/LT es 0,56. El ojo es grande y redondeado, y ocupa la tercera parte de la cabeza. Aumento 8 X.

Subfamilia Serrasalminae



Foto 16. Metalarva de piraña, *Serrasalmus* sp. de 12 mm de largo total. Cuerpo alto. Su altura máxima cabe 4 veces en el largo total. Las aletas impares presentan radios en formación. La boca esta formada y es pequeña, terminando por delante del margen anterior del ojo. No hay grandes dientes. ubo digestivo formado. Ano en posición media (LHA/LT=0,51). Los ojos son grandes, redondeados, de tonalidad rojo-dorada y su diámetro cabe 2,6 veces en el largo de la cabeza. La pigmentación corporal es difusa, algo mas concentrada en la región caudal y en la cabeza. Aumento 6 X



Foto 17. Metalarva de piraña, *Serrasalmus* sp. de 17 mm. De longitud total. Se profundiza la altura del cuerpo, su valor a la altura del ano, cabe 3 veces en el largo total. Aparecen las aletas pélvicas y la adiposa. Los radios se presentan claramente en todas las aletas impares. La anal es grande. La boca es más o menos pequeña sin dientes prominentes. La larva presenta una ligera tonalidad dorada. La pigmentación general del cuerpo se concentra en la región dorsal anterior y cerca de la base de la caudal. Aumento 6 X.



Foto 18. Mesolarva de brillantina o pacucito, *Mylossoma paraguayensis* de 7,4 mm de largo total. Aleta primordial profunda por debajo del tubo digestivo con pigmentación anterior y posterior característica, dando aspecto de discontinuidad en la región ventral. Esbozo de aleta dorsal y caudal. El tubo digestivo tiene forma de u-invertida; el ano, ligeramente desplazado caudalmente a la altura del margen posterior del esbozo de la dorsal ($LHA/LT=0,58$). Boca pequeña y ojos relativamente grandes, entran tres veces en el largo de la cabeza. La pigmentación se concentra en el segmento comprendido entre el margen posterior del ojo y el tubo digestivo y en la base de la caudal. Aumento 7 X.

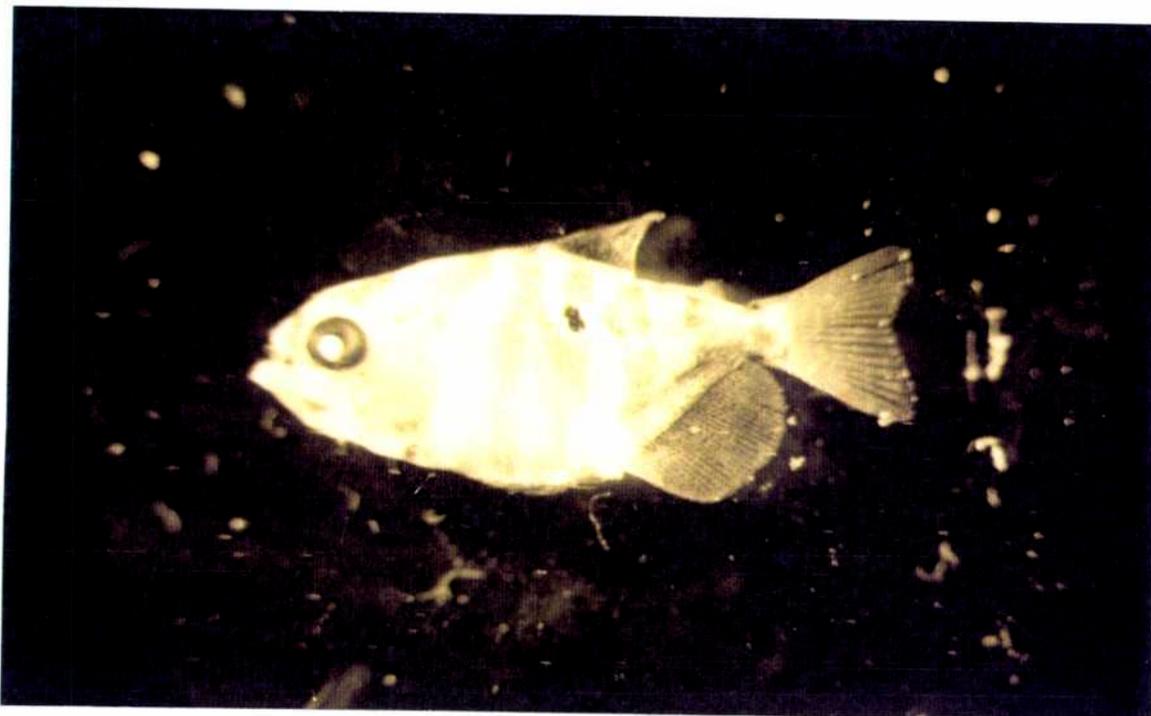


Foto 19. Metalarva de brillante o pacucito, *Mylossoma paraguayensis* de 17,2 mm de largo total. Cuerpo alto y aplanado lateralmente. Las aletas impares con radios, la adiposa presente. La aleta anal es alta y larga. La altura del cuerpo, en el eje vertical que pasa por el origen de la aleta dorsal, cabe 2,4 veces en el largo del cuerpo. La boca es pequeña y el ojo, grande y redondeado, cabe 3 veces en la cabeza. Pigmentación en forma de franjas verticales anchas que continúan en las aletas. Una mancha oscura por debajo de la aleta caudal. Aumento 5 X

Familia Characidae



Foto 20. Metalarva de dientudo paraguayo, *Acestorhynchus altus* de 16,8 mm de largo total. Larva más o menos alargada, la altura del cuerpo cabe 7 veces en el largo total. La cabeza es grande, y entra 4,2 veces en el largo. La aleta dorsal tiene radios formados y se inserta más o menos retrasada; anal ahorquillada y caudal con radios presentes. Pectorales presentes. El tubo digestivo está formado, y el ano se ubica a la altura de la mitad de la base de la dorsal ($LHA/LT=0,60$). El hocico es agudo, la boca es grande, más o menos horizontal, con dientes evidentes, y finaliza por delante del margen anterior del ojo. Este último es grande y ligeramente aplanado, cabe 3,6 veces en la longitud de la cabeza. Pigmentación corporal, escasa, concentrada en el hocico y la base de la caudal. Aumento 5 X.



Foto 21. Metalarva de dientudo paraguayo, *Acestrorhynchus altus* de 26,2 mm de largo total. Se mantienen las características generales de foto 18. Cuerpo alargado. Todas las aletas impares presentes, se distinguen las pélvicas. No hay restos de aleta primordial. Cabeza, ojo y boca muy grandes. La pigmentación corporal, más o menos difusa, se concentra en el hocico y en la parte caudal y ventral del cuerpo, así como en las aletas. Aumento 5 X.

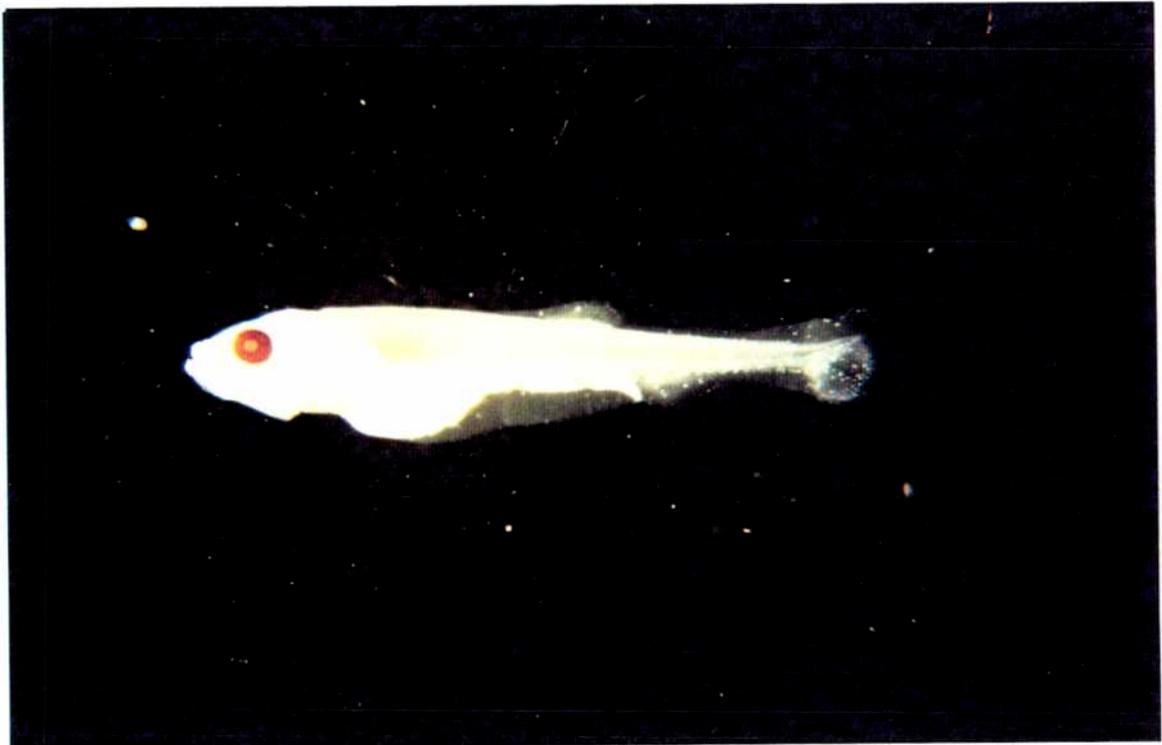


Foto 22. Mesolarva de dorado, *Salminus maxillosus* de 11,5 mm de largo total. Con radios en la aleta caudal, con aletas pectorales y esbozos de aletas dorsal y anal. Tubo digestivo en forma de S. Ano por detrás de la altura de la inserción de la dorsal, dando una relación LHA/LT de 0,64. Boca grande. El manillar termina a la altura de los ojos. Dientes cónicos subiguales. Los ojos son grandes, ocupando la tercera parte de la longitud de la cabeza. Aumento 8 X.

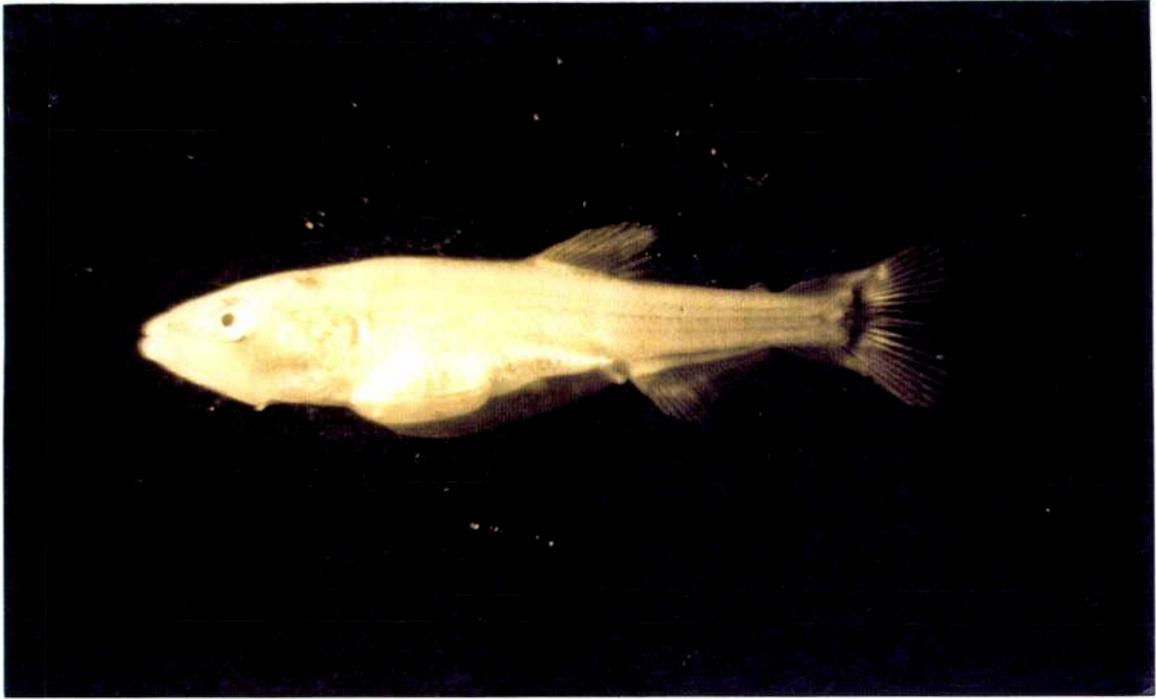


Foto 23. Metalarva de dorado, *Salminus maxillosus* de 22 mm de largo total, con radios en todas las aletas impares. La adiposa esta presente. Segmento ventral de la aleta primordial aún presente. Ano ubicado a la altura del extremo posterior de la base de la dorsal, con una relación LHA/LT de 0,60. Boca grande, con dientes. Los ojos son grandes y caben cuatro veces en el largo de la cabeza. Pigmentación corporal difusa y no evidente. Aumento 5 X.



Foto 24. Mesolarvas de dientudos de *Cynopotamus* sp. de 7,44 mm y 9,55 mm de longitud total. Pigmentación caudal. Ano medio LHA/LT=0,61 y tubo digestivo en forma de s. Boca grande con dientes. El ojo es mas bien pequeño y esférico, cabe mas de 7 veces en la longitud de la cabeza. Esbozo de aleta dorsal en el ejemplar más grande. Aumento 5 X.

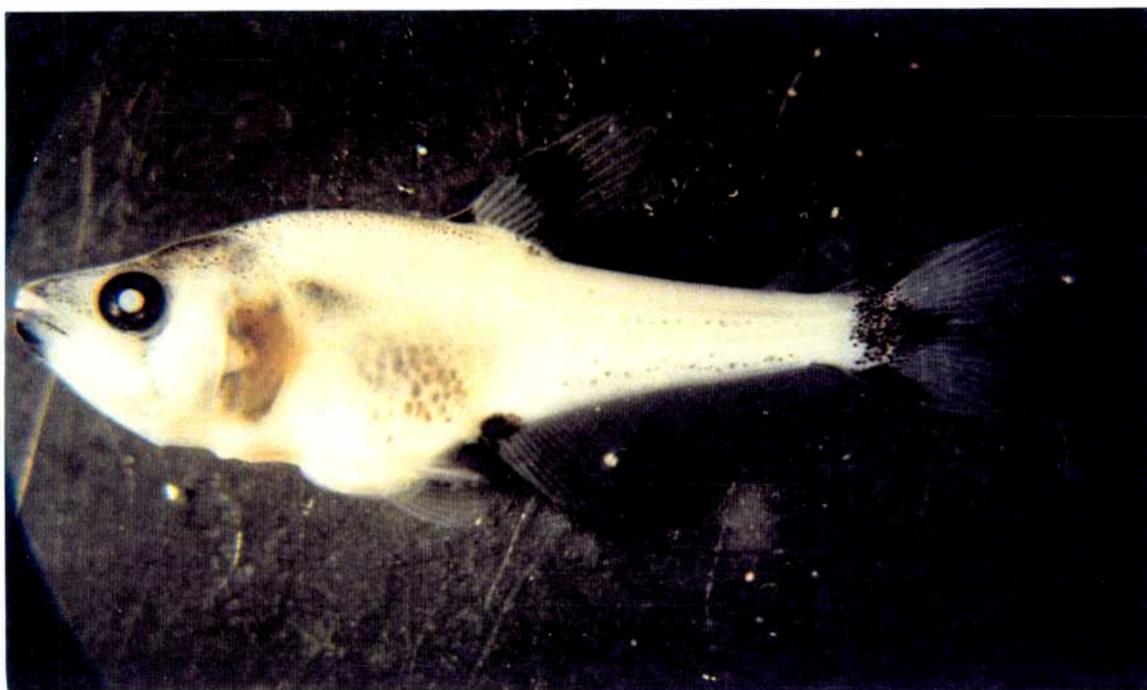


Foto 25. Metalarva de dientudo *Cynopotamus* sp. de 27 mm de longitud total. Perfil del cuerpo más bien alto, cuyo valor máximo no cabe más de 3,7 veces en el largo. Los ojos caben 3,5 veces en el largo de la cabeza. La pigmentación caudal se pierde, es escasa. La aleta dorsal con faja oscura en diagonal y la caudal pigmentada en su base. La aleta anal es grande y pigmentada cerca del ano. Anó de posición media $LHA/LT=0,42$. Aumento 5 X.



Foto 26. Mesolarva de chafalote, *Raphiodon vulpinus* de 9,55 mm de largo total. Cuerpo alargado, su longitud total es 7,8 veces la altura máxima del cuerpo. No hay pigmentación abundante. Aleta primordial aún presente, se esboza el radio de la aleta caudal. Tubo digestivo formado. Boca grande con dientes visibles. Ojos muy pequeños, cuya longitud cabe más de 12 veces en el largo de la cabeza. La relación $MAO/LC=0,47$. La relación LHA/LT es de 0,63. Aumento 10 X.



Foto 27. Metalarva de chafalote, *Raphiodon vulpinus* de 24,5 mm de longitud total. Aletas pectorales, y esbozo de aleta dorsal y radios presentes en la caudal. Ojo pequeño, y redondeado, el diámetro ocular es la décima parte de la longitud de la cabeza. La boca es muy grande con dientes evidentes y sobrepasa en más de tres diámetros a los ojos, Aumento 5 X.

Familia Hemiodontidae

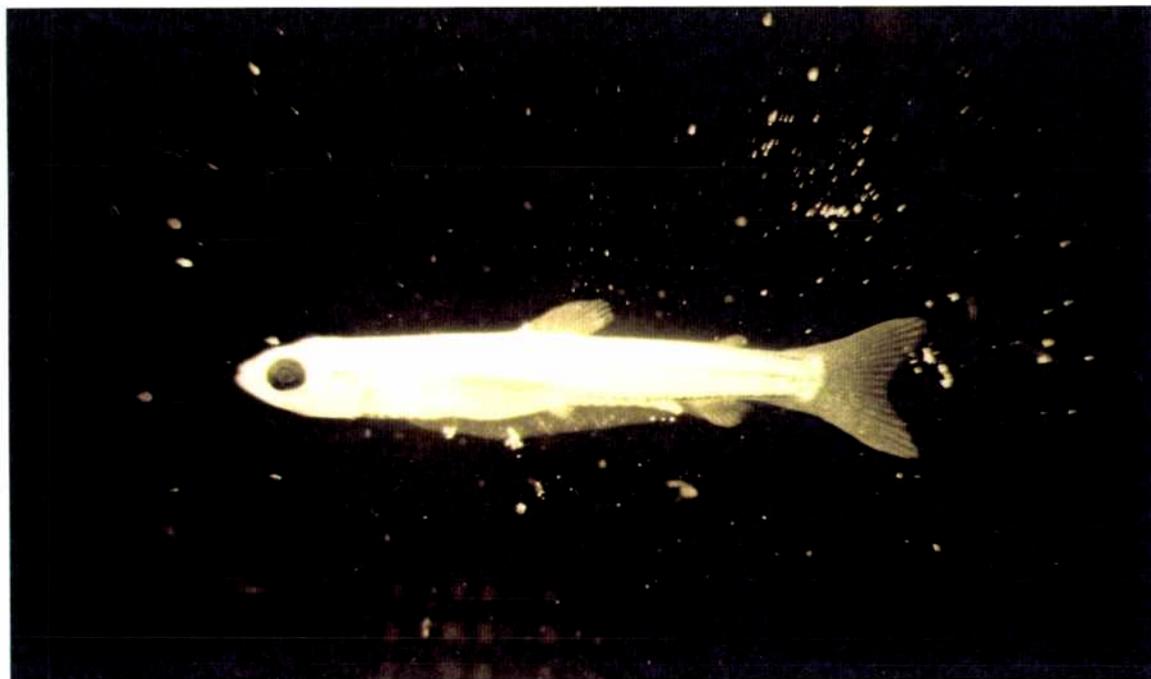


Foto 28. Metalarva de virolo, *Apareiodon affinis*. de 13,3 mm de largo total. Aletas dorsal, adiposa, caudal y anal presentes. Cuerpo alargado, su altura cabe 6 veces en su longitud total. Ano muy por detrás del extremo posterior de la base de la dorsal. Relación LHA/LT igual a 0,68. Pigmentación caudal en tres líneas longitudinales dorsal, media y ventral. Restos de la aleta primordial ventral presente. Ojo ligeramente aplanado y grande, entra tres veces en la longitud de la cabeza. Aumento 7 X.

Orden Atheriniformes
Familia Atherinidae



Foto 29. Metalarva de pejerrey, *Odontesthes* sp. de 24,8 mm. Cuerpo alargado, su altura cabe mas de 11 veces en el largo total. Las aletas primera y segunda dorsal, caudal y anal, presentan sus radios formados. El ojo es grande y relativamente aplanado, su diámetro mayor ocupa la tercera parte de la longitud de la cabeza. Ano a la altura del origen de la primera dorsal y algo por detrás de la mitad del cuerpo ($LHA/LT=0,5$). La pigmentación se concentra dorsalmente en la cabeza, y en forma de líneas relativamente discontinuas en posición dorsal y ventral. Aumento 5 X.

Orden Perciformes
Familia Sciaenidae



Foto 30. Protolarva de corvina, Fam. Sciaenidae de 5,5 mm de largo total. La altura del cuerpo en la zona abdominal cabe 3,8 veces en el largo total. La cabeza es grande y los ojos son aplanados, medianos y su diámetro mayor ocupa la cuarta parte de la longitud de la cabeza. La aleta primordial se inserta dorsalmente algo por delante del ano, que esta ubicado apenas por delante de la mitad del cuerpo. El cuerpo se adelgaza y pierde altura en la región caudal ($LHA/LT=0,43$). Algunos pocos cromatóforos en el abdomen. Aumento 10 X.



Foto 31. Metalarva de corvina, Fam. Sciaenidae de 11,15 mm de longitud total. Perfil dorsal alto y ventral plano. Aletas impares con radios en formación. Aleta dorsal presente con radios en formación. Aleta anal pequeña y caudal cuneiforme. El ano en posición media ($LHA/LT=0,5$). Pequeñas espinas en el opérculo. Cabeza grande y ojo ligeramente aplanado, cuyo diámetro mayor cabe casi 4 veces en la longitud de la cabeza. Aumento 7 X.

Orden Pleuronectiformes
Familia Achiridae



Foto 32. Protolarva con simetría bilateral de *Achirus* sp. de 4,1 mm de longitud total. Cuerpo alto, la altura máxima cabe 4 veces en la longitud del cuerpo. Nacimiento de la aleta primordial en la cabeza a la altura del ojo. Ojo pequeño, cabe 6 a 7 veces en la longitud de la cabeza. Cuerpo comprimido lateralmente. La mandíbula es mas o menos prominente. El ano es medio ($LHA/LT=0,54$). Aumento 15 X.



Foto 33. Larvas de *Achirus* sp., durante la torsión con 6 mm de largo total. Los ojos son pequeños y comienzan a visualizarse desde el plano derecho. La pigmentación es difusa, con pequeños cromatóforos estrellados en el cuerpo y en las aletas dorsal y anal. Los radios están en formación. Aumento 12 X.



Foto 34. Larva de *Achirus* sp., asimétrica, luego de la torsión, de 7,75 mm de largo total. Los ojos se observan en el mismo plano. Aumento 7 X.

Orden Siluriformes
Familia Doradidae



Foto 35. Protolarvas de armado, Fam. Doradidae, de 5,1 mm; 5,1 mm y 5,6 mm de largo total (con barbillas). La aleta primordial tiene origen dorsal por delante de la vertical que pasa por el origen de la inserción ventral y a la altura de la mitad del saco vitelínico. En el ejemplar de abajo, se observa la reabsorción completa del vitelo en el ejemplar de abajo. El ojo es pequeño, pigmentado y esférico, en la larva mayor cabe casi 10 veces en el largo de la cabeza. Las barbillas son cortas y gruesas, se esboza la aleta dorsal. La pigmentación es escasa, en forma de pequeños cromatóforos. Aumento 12 X.



Foto 36. Metalarva de armado, Fam. Doradidae, vista dorsal. 17 mm de largo total. Cabeza muy grande y cuerpo que se adelgaza hacia la zona caudal. Ojos pequeños y barbillas gruesas. Espinas pectorales aserradas anterior y posteriormente. Aumento 7 X.

Familia Pimelodidae



Foto 37. Mesolarvas de dos especies de bagres, *Pimelodus* sp. de 11 mm y 12 mm de largo total. Aletas impares con algunos radios presentes. Tubo digestivo formado, con el ano desplazado hacia adelante de la mitad del cuerpo. ($LHA/LT= 0,35$ (arriba) y $0,38$ (abajo)). Las barbillas sobrepasan el origen de la dorsal. Pigmentación marcada en el ejemplar de la especie de abajo. Los cromatóforos cubren la cabeza y la parte caudal. Aumento 5 X

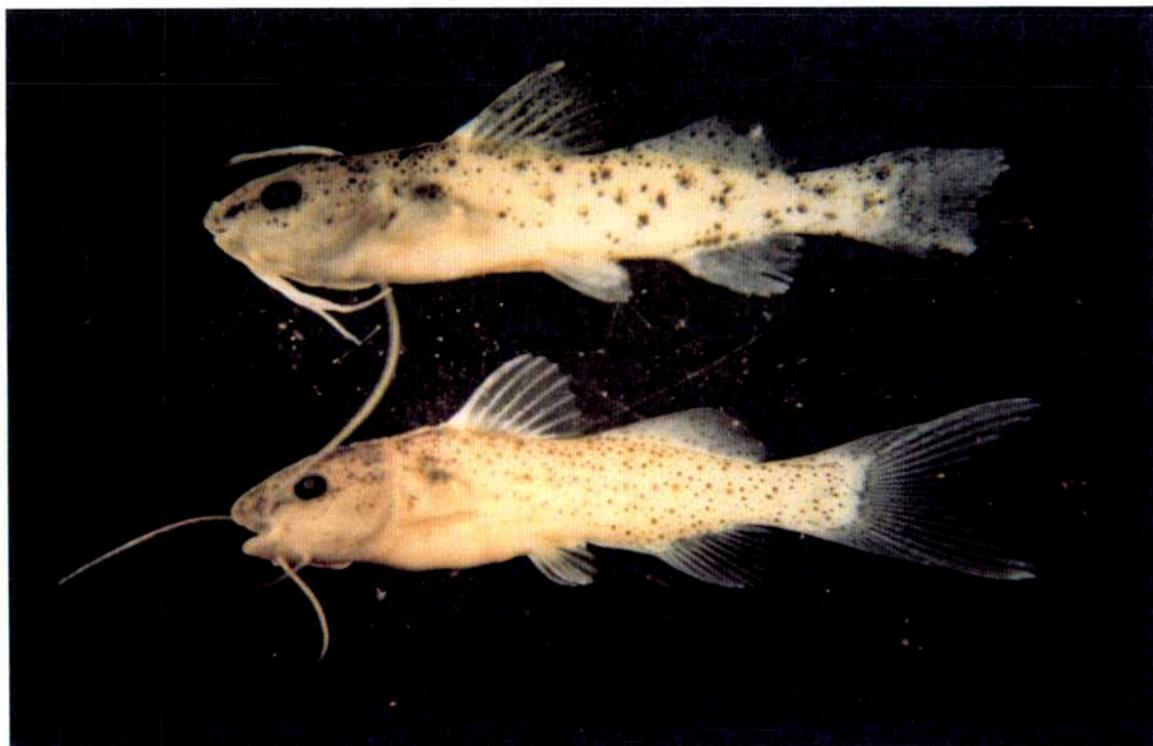


Foto 38. Metalarvas de dos especies de bagre, *Pimelodus* sp. de 18,5 mm de largo estándar y de 21 mm de largo total. En ambos ejemplares se observan las aletas impares con sus radios y las pectorales y pélvicas. Arriba: ojo grande y ovoide que cabe 4,4 veces en el largo de la cabeza, pigmentación caudal, dorsal en la cabeza y en las aletas impares, con un bajo número de cromatóforos grandes. La boca es relativamente pequeña. Abajo: ejemplar con ojo algo más pequeño (5,5 veces en la longitud de la cabeza), también relativamente aplanado y boca más grande. Los cromatóforos son numerosos y de menor tamaño, cubren la mayor parte del cuerpo. Aumento 5 X.

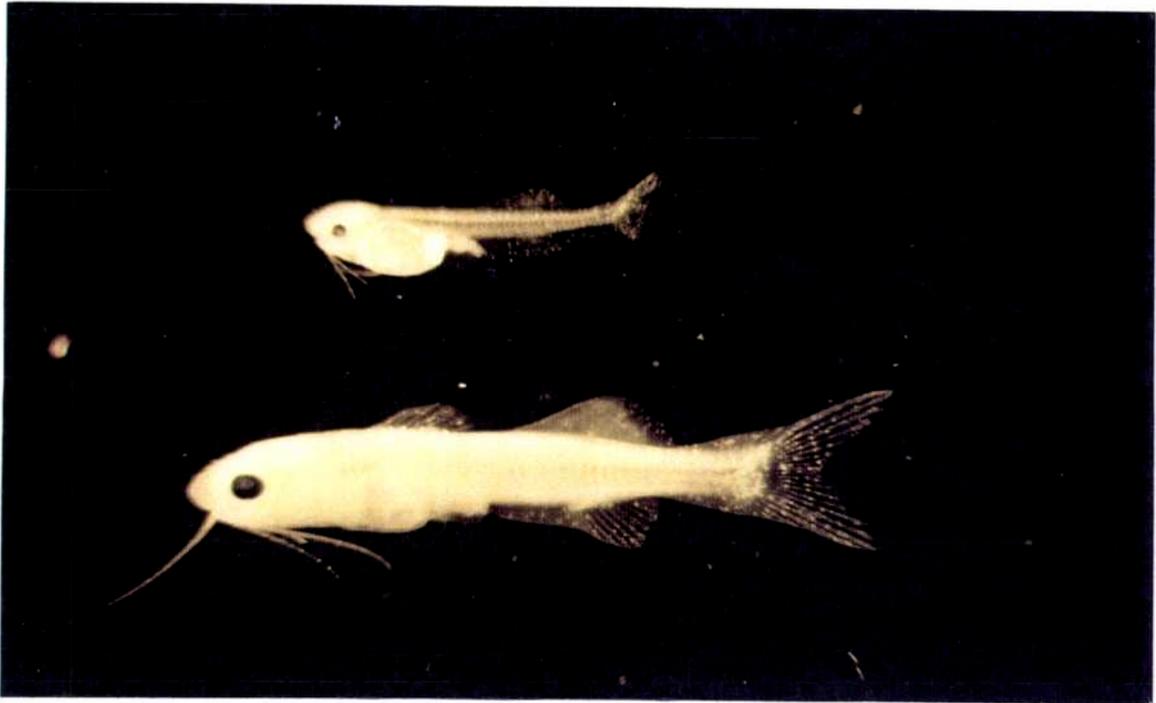


Foto 39. Mesolarva (arriba) y metalarva (abajo) de bagre trompudo, *Iheringichthys westermanni*, de 6,8 mm y 13,13 mm de largo total. Arriba: esbozos de radio en la caudal, y de la aleta adiposa, anal y dorsal. Ojo más o menos grande, con vitelo presente, ano más o menos medio (LHA/LT=0,48). Abajo: metalarva con ojo grande y ovoide, ano ligeramente desplazado hacia adelante (LHA/LT=0,42); las aletas dorsal, caudal y anal con radios presentes. En ambas larvas el maxilar superior sobresale del inferior y las barbillas mentonianas son más cortas que las maxilares. Aumento 7 X.

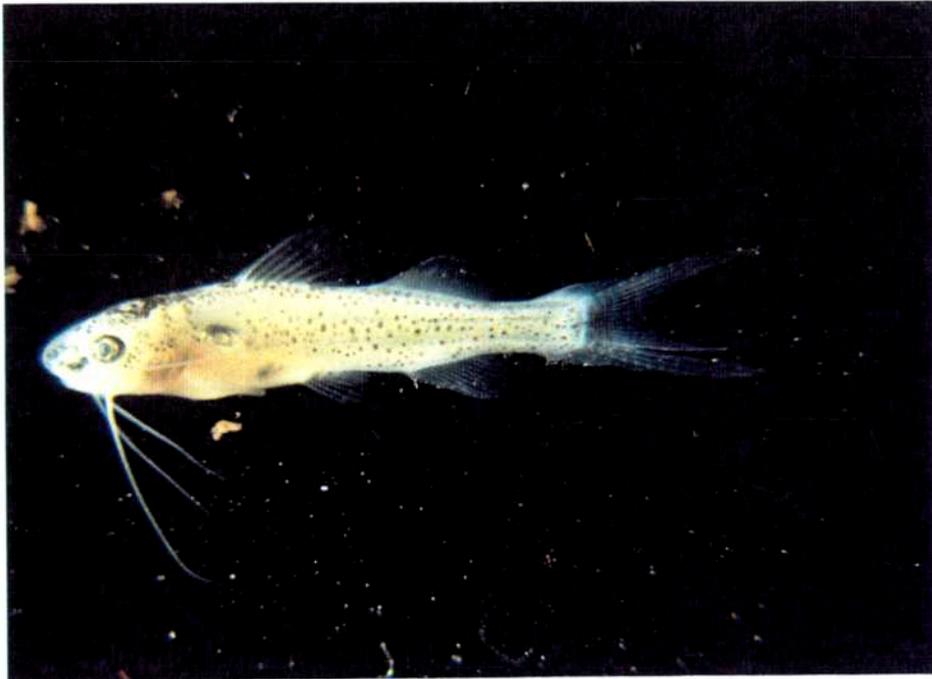


Foto 40. Metalarva de bagre trompudo, *Iheringichthys westermanni* de 18 mm de largo total. Las aletas impares con radios presentes, así como las pectorales y pélvicas. El diámetro mayor del ojo, que es ovoide, cabe 3,6 veces en la longitud de la cabeza. El maxilar superior sobresale del inferior. La boca es más o menos pequeña. La inserción de las barbillas maxilares superiores está desplazada hacia adelante de las inferiores y mentonianas. Pigmentación dispersa. Los cromatóforos se concentran en la región dorsal anterior y están más dispersos en el resto del cuerpo. El lóbulo inferior de la aleta caudal pigmentado. Aumento 5 X.

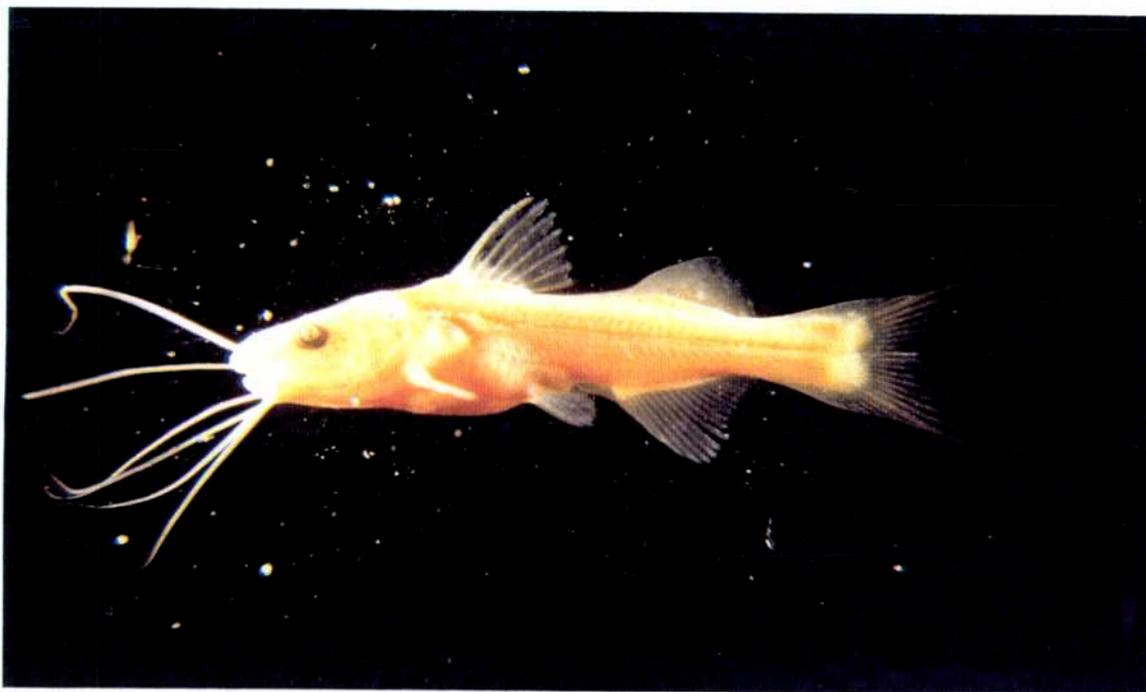


Foto 41. Metalarva de bagre porteño *Parapimelodus valenciennis* de 22,5 mm de largo total. Cabeza triangular pequeña. El ojo, ovoide y con gran cristalino cabe 5,5 veces en la longitud de la cabeza. La boca es mediana y las barbillas maxilares y mentonianas son de longitud y lugar de inserción semejantes. Las aletas impares tienen radios. Aleta dorsal con espina aserrada. Ano ligeramente desplazado hacia adelante de la posición media ($LHA/LT=0,43$). Aumento 5 X.



Foto 42. Mesolarva de cucharón, *Sorubim lima*, de 12 mm de largo total. Aletas dorsal y anal en formación, y caudal con radio en el lóbulo superior que es mayor. Barbillas maxilares pigmentadas. Ojo pequeño y aplanado, su diámetro mayor cabe casi 7 veces en el largo de la cabeza. En el hocico se pronuncia el maxilar superior. Pigmentación longitudinal en los flancos y que se continua en el lóbulo inferior de la aleta caudal. Este último es algo más corto que el superior. Aumento 8 X.



Foto 43. Protolarva de tape o manguruyú de las piedras, *Pseudopimelodus zungaro*, de 7,8 mm de largo total. Cuerpo robusto y alto que se adelgaza en la región caudal. Aleta primordial alta. La cabeza es grande, el ojo es redondo y muy pequeño, su diámetro cabe más de 10 veces en la longitud de la cabeza. La boca es grande sin dientes prominentes. Las barbillas son cortas y carnosas. Tubo digestivo en forma de U invertida, y ano en posición media (LHA/LT=0,48). Pigmentación corporal dispersa en pequeños cromatóforos. Aumento 12 X.



Foto 44. Mesolarva de tape *Pseudopimelodus zungaro*, de 14 mm de largo total. Cuerpo robusto y mas bien aplanado. Las aletas dorsal y caudal están formadas y tienen algunos radios. La aleta anal esta en formación y la adiposa no se diferencia. Cabeza grande, cabe 3,8 veces en la LT. Boca grande, esta última sin dientes prominentes. El ojo es pequeño y su diámetro entra más de 15 veces en la longitud de la cabeza. El ano tiene posición media (LHA/LT=0,45). Aumento 5 X



Foto 45. Mesolarva de surubí, *Pseudoplatystoma* sp., de 12,7 mm de largo total. Cuerpo medianamente robusto. Aletas dorsal anal y caudal en formación, ésta última con lóbulo superior mas grande. Resto de aleta primordial más alta ventralmente. Boca mas o menos grande. Las barbillas son mas bien delgadas. El ano se ubica hacia adelante de la mitad del cuerpo $LHA/LT=0,35$. Pigmentación dorsal en una franja transversal tenue, delante de la aleta dorsal. Aumento 7 X.



Foto 46. Metalarva de surubí, *Pseudoplatystoma* sp. de 15,5 mm de largo total. El cuerpo mas robusto que en foto 45. Las aletas dorsal, anal y caudal desarrollan los radios y el lóbulo superior de esta última, continua de mayor tamaño. Se esboza la adiposa. Se acentúa la pigmentación dorsal en una franja transversal delante de la aleta dorsal y aparecen bandas de pigmentación longitudinales a través de los ojos y en aleta dorsal. Aumento 5 X.

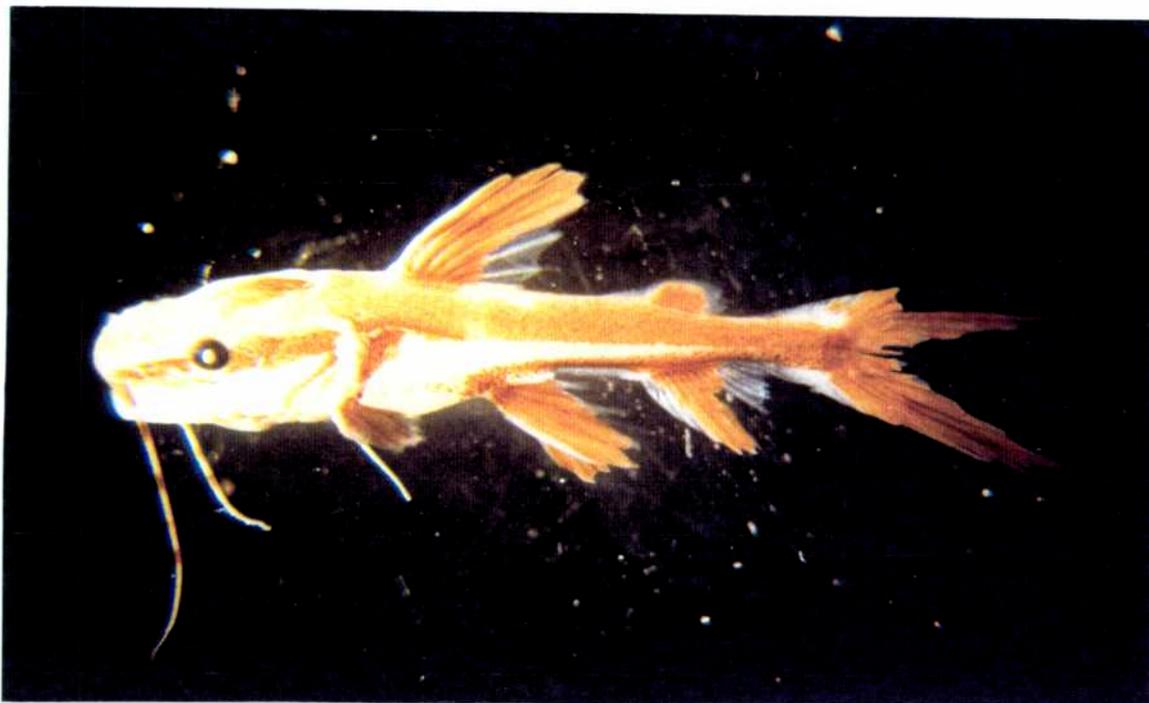


Foto 47. Juvenil de surubí, *Pseudoplatystoma* sp., de 26 mm de largo total. Las aletas impares presentes con sus radios y pigmentadas. Aleta caudal de lóbulos iguales. Cabeza y boca grandes. Esta última con dientes pequeños. Las barbillas son delgadas y largas. La cabeza cabe 3,7 veces en el largo total. El ojo es pequeño y cabe 7 veces en la longitud de la cabeza. Pigmentación longitudinal dispuesta en dos fajas, de posición dorsolateral y ventrolateral. Pigmentación longitudinal a través de la posición del ojo. Aumento 6 X.

Familia Auchenipteridae



Foto 48. Metalarva de apretador, *Trachycoristes* sp. de 14,5 mm de longitud total. Aletas impares presentes y con radios. Aleta dorsal con espina aserrada. Las aletas caudal y anal con radios. La aleta adiposa con base amplia. Cuerpo robusto. La cabeza es corta y ocupa menos de la quinta parte del cuerpo. Boca grande y barbillas más o menos largas. El ojo es redondeado y más bien chico, el cual cabe 6 veces en la longitud de la cabeza. El ano es medio ($LHA/LT=0,45$). Pigmentación corporal dispersa en cuerpo y aletas en forma de cromatóforos estrellados. Aumento 7 X.

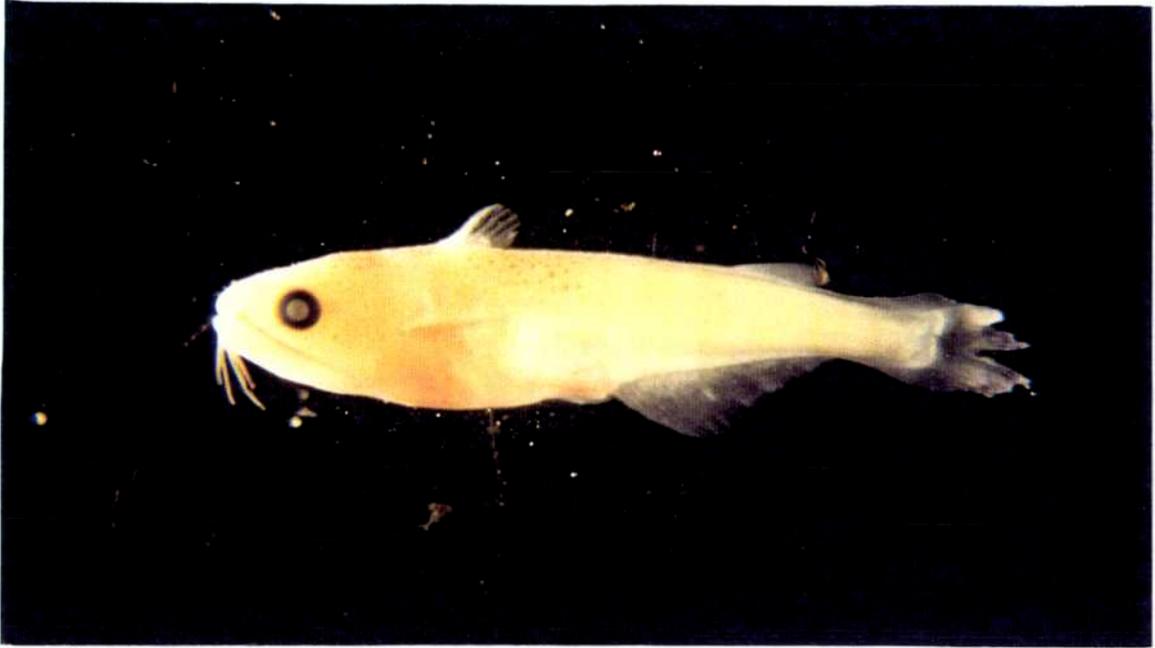


Foto 49. Metalarva de buzo, *Auchenipterus* sp. de 20,3 mm de largo estandard. Aleta dorsal con radio aserrado, caudal y anal con radios presentes. La base de la anal es amplia. Ojo más bien grande, que cabe 4 veces en la cabeza. Pigmentación corporal difusa y restringida a la región dorsal. Cuerpo menos robusto que en el género *Trachycoristes* (Foto 48). Boca pequeña, con barbillas cortas. Aumento 5 X.

Orden Clupeiformes
Familia Engraulidae

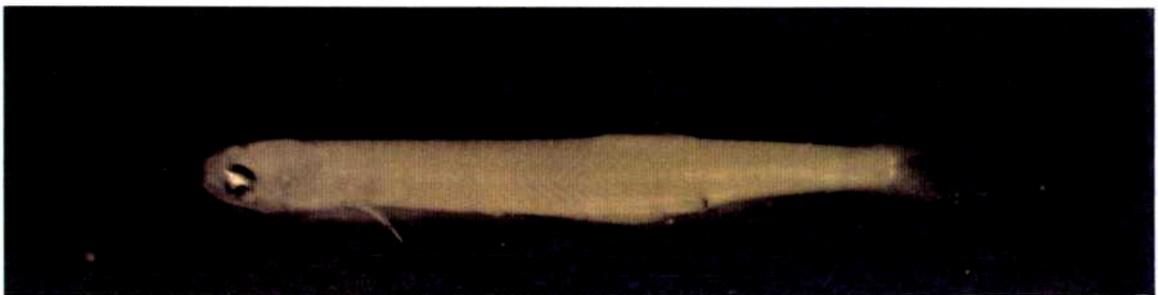
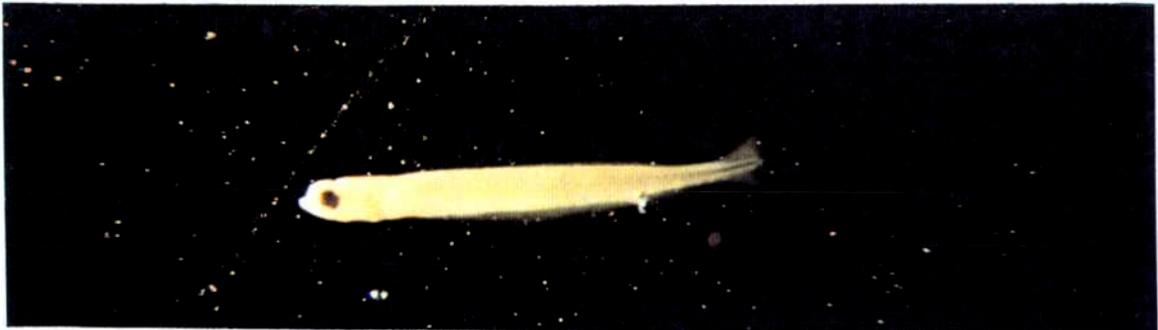


Foto 50. Protolarva de anchoa, *Lycengraulis olidus*, de 11 mm de largo total (arriba) y mesolarva de 22 mm de largo total (abajo). Cuerpo delgado. Cabeza pequeña cabe alrededor de 8 veces en el largo total. La boca grande, el maxilar supera el ojo en el ejemplar mas desarrollado. Ano desplazado caudalmente (LHA/LT= 0,7 y 0,66) Ojo más bien grande que cabe menos de 4 veces en la cabeza. En el ejemplar más desarrollado la inserción de la aleta dorsal está desplazada hacia atrás. Aleta pectoral presente ya en el ejemplar mas pequeño. Pigmentación corporal escasa. Aumento 5 X.

DISCUSION GENERAL

1.- DERIVA DE HUEVOS Y LARVAS EN EL RÍO PARANÁ, LOCALIZACIÓN DE ÁREAS DE DESOVE

En el curso de su evolución, los peces migratorios han desarrollado una estrategia reproductiva compleja, que probablemente optimiza su eficacia biológica mediante una amplia dispersión de los productos de la reproducción en una gran cantidad de ambientes de la llanura de inundación, desde áreas de desove localizadas aguas arriba. Esta y otras características biológicas del sábalo *Prochilodus lineatus* probablemente contribuyan para que éste sea el pez mas abundante de la comunidad íctica, con una biomasa que, según BONETTO (1963), alcanzaría al 60 % del total.

A lo largo de este estudio, se ha observado la presencia recurrente de estadios larvales de sábalo, *P. lineatus*, y otras especies migratorias en la deriva del río Paraná (Tabla I). En general, la proporción de *P. lineatus* superó el 50 %, tanto del ictioplancton del canal, en distintos tramos (Capítulos 1-3), como de los estadios larvales capturados por las trampas de luz en un cuerpo de agua del tramo medio del río Paraná (Tabla 1 del Capítulo 4). Otras especies de caraciformes como *Leporinus* spp., *Salminus maxillosus* y *Raphiodon vulpinus* también fueron capturadas. Los siluriformes de la familia Doradidae y varias especies de la familia Pimelodidae, como *Pimelodus* spp., *Sorubim lima*, *Pseudoplatystoma* spp, *Pseudopimelodus zungaro* y, especialmente en el delta, peces de linaje marino como los de la familia Sciaenidae, los Engraulidae (*Lycengraulis olidus*) y Achiridae (*Achirus lineatus*) formaron parte del conjunto de las especies representadas en estado larval en la deriva del río Paraná. (Figs 3 y 4, del Capítulo 3). La gran mayoría de los estadios larvales capturados en el río Paraná de Las Palmas, correspondieron a individuos no recientemente eclosionados, lo que permite suponer que las áreas de desove están localizadas aguas arriba. A partir de las descripciones de MUÑIZ SAAVEDRA en SVERLIJ *et al.* (1993), se puede estimar que las edades de las larvas de *P. lineatus* en el delta fueron de al menos 4 días (Fig I, *Introducción*) Con frecuencia se capturaron estadios protolarvales con características poco comunes en otros sitios, como lo fueron, en ocasiones, el saco vitelínico en avanzado grado de reabsorción y el deterioro corporal. Esta última característica podría deberse al período de inanición prolongado, al que estarían sometidas las larvas durante una deriva de varios días, hasta alcanzar el tramo final del delta del río Paraná.

SALZMANN (1993), a la altura de la ciudad de Rosario, 313 kilómetros aguas arriba de Zárate y cerca del tramo medio del río Paraná, no encontró huevos de peces, pero tampoco larvas deterioradas. En Diamante, 110 km al norte de Rosario, las densidades de larvas de peces superaron en un orden de magnitud a las máximas observadas en el Zárate, e incluyeron huevos de peces y larvas de *P. lineatus* recientemente eclosionadas aunque en proporciones muy bajas (Capítulo 3). Todas estas observaciones, permiten suponer que los desoves de *P. lineatus* y otras especies de peces migratorios ocurrirían principalmente aguas arriba del tramo final del río Paraná medio, desde donde las larvas derivarían y se distribuirían en un amplio espectro de ambientes de la región meridional de la cuenca. Resultados semejantes se obtuvieron en el alto río Paraná (NAKATANI *et al*, 1997) y en el río Uruguay (FUENTES & ESPINACH ROS, 1998), donde las densidades de huevos y larvas de peces recién eclosionadas fueron crecientes hacia las cabeceras o los segmentos superiores de los tramos estudiados, mientras que las de individuos más desarrollados fueron mayores aguas abajo.

2.- CRONOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

Los muestreos realizados en el río Paraná mostraron la presencia de larvas de sábalo y de otras especies de peces desde octubre hasta marzo (Capítulos 1-3). No obstante, los picos de abundancia de larvas de peces ocurrieron entre noviembre y febrero.

La recurrencia de los desoves de sábalo y de otros caraciformes en noviembre y diciembre, observada también por TELICHEVSKY *et al*, (1987) y OLDANI, (1990), así como los de los siluriformes en febrero, muestran que la maduración gonadal es un proceso estacional, probablemente controlado por la temperatura y/o el fotoperíodo. Los picos de abundancia de larvas estuvieron asociados, en general, con aumentos sostenidos de los niveles hidrométricos (Fig. 2 del Capítulo 2, Figs 3-4 del Capítulo 3) Sin embargo, los ascensos hidrométricos producidos antes de noviembre, en ningún caso implicaron un pico reproductivo. Estas observaciones son coherentes con las interpretaciones de VAZZOLER *et al* (1997) quienes consideraron a la temperatura y al fotoperíodo como factores predictivos y asignaron al nivel hidrométrico un carácter sincronizador final de la reproducción.

Los descensos pronunciados de las alturas del río Paraná en épocas históricamente de aguas altas, probablemente a causa de la conjunción de bajas precipitaciones en la alta cuenca y de la regulación de los caudales desde Brasil, implican un escenario diferente de aquel en que los peces han evolucionado (QUIROS, 1998). Estas oscilaciones, parecen modular en gran medida la actividad reproductiva, desplazando el desencadenamiento de la reproducción de un segmento de la población hacia febrero. Esta situación, ha sido observada particularmente durante los períodos 1993-1994 (Fig 2 c del Capítulo 2) y 1995-1996, (Figs 3-4 del Capítulo 3). En ambas ocasiones, durante el mes de diciembre se produjo un descenso sostenido de las aguas, que alcanzaron a principios de enero sus niveles más bajos y coincidieron con las densidades mínimas de larvas en el período. En particular, el descenso pronunciado que llevó al río Paraná a alcanzar 1 metro a la altura del puerto de Rosario durante el verano del periodo 1995-1996, se asoció con bajas densidades de larvas de sábalo y otras especies de peces. Mientras esto sucedía se pudo observar la desconexión masiva de las lagunas de la llanura aluvial con el canal principal. La presencia de sábalos confinados en los cuerpos de agua y en avanzado estado de maduración, sugiere que es posible que los descensos pronunciados pueden actuar generando barreras físicas que imposibilitan el acceso a los sitios de reproducción. Durante el mes de febrero la abundancia de larvas aumentó marcadamente al producirse el repunte de las alturas del río. Ocurrida la creciente, los peces pudieron acceder a ambientes lóticos y desovar. De este modo, la onda de creciente podría sincronizar la reproducción de los peces migratorios en función del paso de la onda de creciente, mediante la eliminación de estas barreras en cuerpos de agua de distinto orden. Es posible, al mismo tiempo, que otros mecanismos relacionados con las crecientes operen a nivel fisiológico de los individuos, desencadenando los procesos de maduración final, ovulación y freza.

En la figura I (*Discusión general*) se modela conceptualmente la acción hipotética de los niveles hidrométricos sobre la reproducción. En temporadas durante las cuales las alturas del río Paraná se mantienen altas durante el período comprendido entre octubre y marzo, el o los picos de actividad reproductiva podrían ocurrir en un lapso menor de tiempo, probablemente durante noviembre y diciembre. En cambio, en los años en donde la actividad reproductiva ocurre fuertemente modulada por las oscilaciones hidrométricas se observarían desfases de hasta dos meses.

3.- PICOS REPRODUCTIVOS Y CICLOS MIGRATORIOS

Los datos de recaptura de sábalos marcados en el sector meridional de la cuenca, sugieren que el ciclo migratorio en la región involucra movimientos ascendentes en marzo desde el Río de la Plata y el río Uruguay, hacia el Paraná inferior y medio, y desplazamientos descendentes durante la primavera hasta el Paraná inferior, Río de la Plata y río Uruguay inferior, que constituirían su área trófica (SVERLIJ *et al.*, 1993). Se ha inferido que el gradiente térmico entre las aguas del río Paraná y el Río de la Plata, es un factor importante en la determinación de la cronología de las migraciones (BONETTO, 1963; ESPINACH ROS *et al.*, 1990; QUIROS, 1998).

Las migraciones ascendentes durante el otoño podrían asociarse al pico reproductivo mencionado para esta estación (PIGNALBERI, 1967; VIDAL, 1967). Si bien es frecuente la deriva de larvas de sábalo durante marzo, esto ocurre en mucho menor medida que durante el período noviembre-febrero. Los máximos de actividad reproductiva estimados por el paso de larvas en Zárate, un sitio muy próximo al Río de la Plata, nunca ocurrieron durante el otoño, sino siempre durante la primavera y el verano. (Figs. 2 del Capítulo 2 y Figs 3-4 del Capítulo 3). Es posible que los desplazamientos migratorios en el sector meridional de la cuenca ocurran durante comienzos del otoño por cuestiones térmicas, y que los individuos adultos permanezcan sin reproducirse en ambientes del río Paraná inferior y medio hasta la primavera, cuando se produciría el desove y el posterior descenso hacia el área trófica (ESPINACH ROS *et al.*, 1988) . Por otra parte, la marcada influencia que parecen ejercer las oscilaciones de las alturas del río Paraná sobre la reproducción (Capítulo 1-3) pudo haber desplazado en más de una ocasión el pico de desoves hacia fines de verano. Es evidente que esto se asociaría con individuos adultos recién desovados, así como con la presencia de meso y metalarvas en cría durante marzo, y podrían explicar la suposición de una temporada reproductiva de otoño, aunque es previsible que esta situación no ocurriría en situaciones hidrológicas normales.

Los resultados de este trabajo muestran que la abundancia de larvas en el río Paraná de Las Palmas, en septiembre y aún durante octubre fue baja y que los picos de reproducción se asociaron a los incrementos hidrométricos, aunque recién por sobre los 22 ° C, temperatura alcanzada normalmente durante el mes de noviembre. Luego de ocurrido el desove, se iniciarían los desplazamientos descendentes antes mencionados.

Además del nivel hidrométrico, existen otros factores que podrían contribuir a la variabilidad temporal de la actividad reproductiva del sábalo y de otros peces. En principio, no podría descartarse una eventual asincronía en la maduración gonadal del sábalo a nivel poblacional, así como la posible presencia de diferentes stocks. En el delta, no se encontraron diferencias evidentes en los grados de desarrollo de las larvas de primavera o verano (Capítulos 1 y 2), ni tampoco en la cronología de los picos de abundancia de larvas entre Diamante y Zárate, salvo el desfase esperable por la deriva (Capítulo 3), lo que sugiere que la distancia al área de desove es la misma en la mayoría de los casos. Esto es consistente con la marcada declinación de la densidad de larvas hacia aguas abajo, donde, aún así, llega una gran cantidad con la deriva, gracias a su capacidad de soportar períodos de inanición prolongados. (LIBERTELLI & ESPINACH ROS, 1993).

Todo lo expuesto permite suponer que la reproducción de las poblaciones del sector meridional de la cuenca, independientemente del momento del año, ocurre a grandes rasgos en la misma localización en el río Paraná medio. Desde allí, los productos de la reproducción se distribuirían ampliamente, abarcando los tramos finales del Paraná medio, el delta entrerriano, el río Paraná inferior y el Río de la Plata. Los estadios larvales que derivan por los brazos troncales del delta del río Paraná, representarían el extremo distal de la distribución de los pulsos de desove ocurridos en el río Paraná medio. NORTHCOTE (1978) concluyó que las migraciones o dispersiones de los estadios tempranos de desarrollo, incrementan tanto los números, como las tasas de crecimiento, directamente por una mayor disponibilidad de alimento. Además, indirectamente, ocurre una reducción sustancial de la competencia, mientras que el aumento de las tasas de crecimiento reduce la mortalidad por predación. CRECCO & SAVOY (1988) mencionaron que las especies de peces cuya mortalidad en estado larval se debe principalmente a predación, maximizan sus tasas de crecimiento, en general como una estrategia de escape.

Según este esquema, es posible que distintos efectivos de un mismo stock o grupo de stocks tengan escenarios de cría larvales, juveniles y hábitat para el crecimiento de preadultos y adultos en cierta medida diferentes. Este rango en las condiciones de cría y distribución del sábalo, podría explicar las dificultades en la interpretación de los resultados obtenidos sobre algunos parámetros poblacionales (SVERLIJ *et al*, 1992, 1993). Es probable, que esta sea una característica común en especies de peces con historias de vida de este tipo.

4.- DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE HUEVOS Y LARVAS

Varias observaciones apoyan la hipótesis que asigna al sábalo y a otras especies de peces migratorios el carácter de desovantes de canal (GODOY , 1956; BAYLEY, 1973; BONETTO, 1963; 1981; TABLADO & OLDANI, 1984; AGOSTINHO *et al*, 1993; entre otros). La presencia recurrente y las altas densidades de larvas de estas especies en el ictioplancton (NAKATANI *et al*; 1997; FUENTES & ESPINACH ROS, 1998; Capítulo 3), sugiere que sus desoves están asociados a ambientes lóticos. La observación de bajas densidades de larvas de sábalo y otros peces, en el canal del río Paraná medio, en momentos de una desconexión generalizada de los cuerpos de agua marginales, la observación del avanzado estado de maduración gonadal, y una muy alta densidad de larvas durante la subsiguiente crecida del río Paraná, refuerza la hipótesis de que el sábalo es fundamentalmente un desovante de canal. Por otra parte, en los estudios realizados en una laguna del río Paraná no se encontraron estadios larvales recién eclosionados y las larvas menos desarrolladas mostraron invariablemente una completa reabsorción del saco vitelínico (Capítulo 4). Por el contrario, las larvas de *P. lineatus* aún vitelínicas fueron frecuentes en el canal y en ambientes turbulentos (Capítulos 1-3).

Es probable que la geomorfología de los tramos superiores de ríos donde habitan las poblaciones de sábalo y otros peces migratorios, modele en parte el esquema de los ciclos migratorios determinando desplazamientos pronunciados y masivos (BONETTO 1963; 1981), y, en consecuencia, distribuciones bien localizadas de huevos y estadios larvales. Este parece ser el escenario para las poblaciones que habitan el alto río Paraná, donde los muestreos mostraron densidades de huevos mayores en los tributarios del canal principal, y donde en general las pendientes y flujos son elevados (NAKATANI *et al*, 1997). Una situación semejante se observó en el río Uruguay, donde los huevos de peces fueron mas abundantes en los tramos de mayor pendiente (FUENTES & ESPINACH ROS, 1998). En cambio, el río Paraná en su tramo medio se comporta como un río de llanura, con muy bajas pendientes, y, hecha la excepción de los ríos Corrientes y Santa Lucía (también con muy bajo declive), no presenta tributarios con características semejantes a los de la alta cuenca. Esto permitiría suponer, que en este tramo, los desoves ocurren principalmente en el canal principal y que serían esperables desplazamientos

ascendentes con fines reproductivos menos pronunciados que en tramos superiores, como sugieren los resultados de BONETTO *et al.*, (1981).

En la figura II (*Discusión general*) se desarrolla un modelo hipotético para la deriva de huevos y larvas de sábalo y otras especies presentes en el ictioplancton. En general en las márgenes del río Paraná de Las Palmas (Fig 3, Capítulo 1) y en el río Paraná medio (FUENTES *obs. pers.*) se observaron tanto protolarvas de sábalo, como individuos más avanzados de Pimelodinae y de las especies *Salminus maxillosus*, *Raphiodon vulpinus* y *Sorubim lima*, que en estado metalarval son depredadores de estadios larvales y podrían estar mejor adaptados a prolongar su permanencia en el canal. Los sábalos en cambio, no fueron encontrados en estadios de desarrollo más avanzados al de protolarva y mostraron la presencia de vitelo en distinto grado de reabsorción. Solamente durante una gran creciente en el Paraná medio se observaron algunos individuos de sábalo en estadio metalarval. Como señalaron AGOSTINHO *et al.*, (1993) para *P. scrofa* en el alto río Paraná, posiblemente esto haya estado asociado al arrastre por el desborde generalizado de las lagunas. Esta tendencia ha sido también observada durante otras investigaciones sobre *P. lineatus* en el río Paraná (OLDANI, 1990; Salzmänn, 1993) y en el río Uruguay y el Embalse de Salto Grande (MANTERO & FUENTES, 1997; FUENTES & ESPINACH ROS, 1998). En cambio, varias especies de peces migratorios ictiófagos en estado larval, como el dorado *S. maxillosus*, *R. vulpinus*, y muchos pimelódidos como *Pseudoplatystoma* spp., *Pseudopimelodus zungaro*, *Sorubim lima* y en alguna medida *Pimelodus* spp., tienen mayor permanencia en el canal, donde depredan sobre las formas larvales tempranas de *P. lineatus* y de otras especies, durante los períodos en que ocurre la deriva.

La importancia de la llanura aluvial para el sábalo ha sido estudiada por BONETTO (1963, 1969, 1976, 1981, 1986) y QUIROS Y CUCH, (1988) en el Paraná medio y por GODOY (1957); AGOSTINHO *et al* (1993, 1997) en la alta cuenca del mismo río. Las observaciones sugieren que el sábalo busca activamente los cuerpos de agua marginales de la llanura aluvial, que juegan un rol preponderante desde el inicio del período crítico. Esto es coherente con la distribución marginal de los estadios protolarvales en el canal y con la presencia de estadios meso y metalarvales de *P. lineatus* en los estudios conducidos en una laguna del tramo medio del río Paraná (Capítulo 4). En particular, el número y la proximidad de los cuerpos de agua al canal de deriva, y la permanencia de la masa de agua en el valle aluvial, serían factores

importantes para la supervivencia de las larvas. En este sentido, la perturbación de la dinámica de la deriva y la escasa penetración de los estadios larvales en el embalse de Salto Grande, que obstruye el río Uruguay, puede ser uno de los factores que influyen negativamente sobre las poblaciones de peces migratorios (ESPINACH ROS & RÍOS, 1997) y determinan las bajas capturas de individuos juveniles de sábalo en los diferentes ambientes del mismo (RÍOS *et al*, 1997). Es probable que los cuerpos de agua con mayor conectividad con el canal principal, sean determinantes para *P. lineatus* luego de la primer semana de vida, período en el cual es crítico el ingreso a zonas con alimento (plancton) y refugio. Los ambientes de este tipo constituirían las áreas iniciales de cría tanto en el río Paraná (BONETTO *et al*, 1981) como en el río Uruguay (FUENTES & ESPINACH ROS, 1998). Desde estos sitios, las larvas más desarrolladas, podrían dispersarse y colonizar gradualmente otros ambientes de cría de la planicie de inundación.

5.- IMPLICANCIAS EN EL MANEJO DE LAS POBLACIONES DE PECES

Debido a la complejidad que presenta el ciclo de vida de las especies migratorias, que involucra desplazamientos ascendentes y la deriva de huevos y larvas en sentido descendente, éstas suelen ser las especies más afectadas por los cambios generados por la acción antrópica en los ecosistemas fluviales. A esto se suma el hecho de que, en general, suelen ser los peces que soportan la mayor presión de pesca comercial y/o deportiva. Los impactos más negativos sobre las poblaciones de peces migratorios en un río, operan particularmente sobre el proceso de multiplicación. En especial las obstrucciones de los brazos troncales de los ríos, antes mencionadas, son particularmente negativas (SNYDER, 1985), tanto por la obstaculización de los desplazamientos ascendentes como por la interrupción del proceso de deriva (ESPINACH ROS & RÍOS, 1997). Afortunadamente, el río Paraná en su tramo medio no se encuentra obstruido, lo cual posibilita el mantenimiento de las poblaciones de peces migratorios en la baja cuenca del Plata. En cambio, en el límite de los tramos medio e inferior del río Uruguay, el emplazamiento del embalse de Salto Grande ha cortado las rutas migratorias de peces. Si bien las poblaciones de *P. lineatus* y otros caraciformes como *L. obtusidens* son regularmente explotados por la pesquería de los últimos tramos del río Uruguay inferior, recientemente se han observado muy bajas densidades de larvas de sábalo y otros peces aguas debajo de la represa de Salto Grande (FUENTES & ESPINACH ROS, 1998).

Los resultados de este trabajo, indican que una parte de las larvas encontradas en el río Paraná, alcanzan no solamente el delta, sino muy probablemente el Río de la Plata superior. Es posible, que los individuos juveniles, originados a partir de larvas nacidas en el río Paraná medio e inferior, se críen todos los años en estos ambientes y con posterioridad se desplacen para ocupar estacionalmente las áreas tróficas del Río de la Plata y el bajo río Uruguay. Esto es consistente con los resultados de QUIROS & CUCH, (1988) quienes encontraron una correlación positiva entre las capturas de sábalo en el río Uruguay y los niveles hidrométricos del río Paraná, y los de marcaciones de peces (ESPINACH ROS *et al.*, 1998).

Todo esto, permite suponer que todas las pesquerías de sábalo de la baja cuenca de los ríos Paraná y Uruguay y el Río de la Plata operan sobre el o los mismos stocks de peces, lo cual implica la necesidad de plantear medidas coordinadas de manejo. Además, un eventual emplazamiento de embalses en el tramo medio del río Paraná ejercería probablemente un efecto negativo generalizado sobre el reclutamiento del sábalo en todo el sector meridional de la Cuenca del Plata. Por otra parte, los usos múltiples del recurso hídrico, en especial el vertido de desechos de origen industrial y agrícola y la canalización con miras a la construcción de la hidrovía Paraná-Paraguay, podrían afectar especialmente a los estadios tempranos en el transcurso de la deriva desde las zonas de desove hasta las de cría (BUCHER *et al.*, 1993).

Especies	Referencia	Importancia en el ictioplancton del canal
Characiformes		
<i>Brycon orbignyianus</i>	A, B, C	?
<i>Leporinus spp.</i>	A, B, C	3 (#)
<i>Prochilodus lineatus</i>	A, B, C, H, I,	4 (#)
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	C, F, J	0
<i>Raphiodon vulpinus</i>	A, H, J	1
<i>Salminus maxillosus</i>	A-C	1
Siluriformes		
<i>Ageneiosus brevifilis</i>	A	0 (*)
<i>Luciopimelodus pati</i>	A, D	0
<i>Paulicea luetkeni</i>	B	0
<i>Pimelodus clarias</i>	E	2 (%; #)
<i>Pimelodus albicans</i>	E	3 (%; #)
<i>Pterodoras granulosus</i>	A	3 (*; #)
<i>Pseudopimelodus zungaro</i>	E	2
<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>	A, B, C	3 (%; #)
<i>Sorubim lima</i>	J	2
Clupeiformes		
<i>Lycengraulis olidus</i>	A, K	2-3 (&)
Atheriniformes		
<i>Odontesthes bonariensis</i>	K	0

Referencias y criterios:

Comportamiento migratorio en adultos: A): Bonetto *et al.*, 1961; 1981; Bonetto, 1986. B): Godoy (1957, 1962, 1972). C): Agostinho *et al.* 1997. D): Espinach Ros *et al.*, 1990. E): Delfino y Baigún, 1985. F): Ihering (1930), Geisler *et al.*, 1973; citados en Welcomme, 1979. G): Welcomme, 1979. H): Espinach Ros *et al.*, 1993. J. Tamaño considerable, alta permanencia en el canal, muy frecuentes en los sistemas de transferencia de peces, especies próximas mencionadas como migratorias. K) Ringuelet *et al.*, 1967. **Ictioplancton:** ?=no identificado; 0=ausente o casi ausente, 1=escaso, 2=frecuente; 3=abundante; 4= muy abundante (*) se capturaron estadios larvales identificados a nivel de familia. (&) muy abundante en el delta, durante el diciembre de 1995 (Capítulo 4). (#) capturados con trampas de luz en un cuerpo de agua del R Paraná medio. (%) identificado a nivel de género.

Tabla I. Importancia de las principales especies de peces en el ictioplancton del río Paraná medio e inferior, mencionadas como migratorias o con características conexas, en la literatura. Nota: el término "migratorio" es usado en un sentido amplio, sin considerar las magnitudes, ni la funcionalidad de los desplazamientos involucrados.

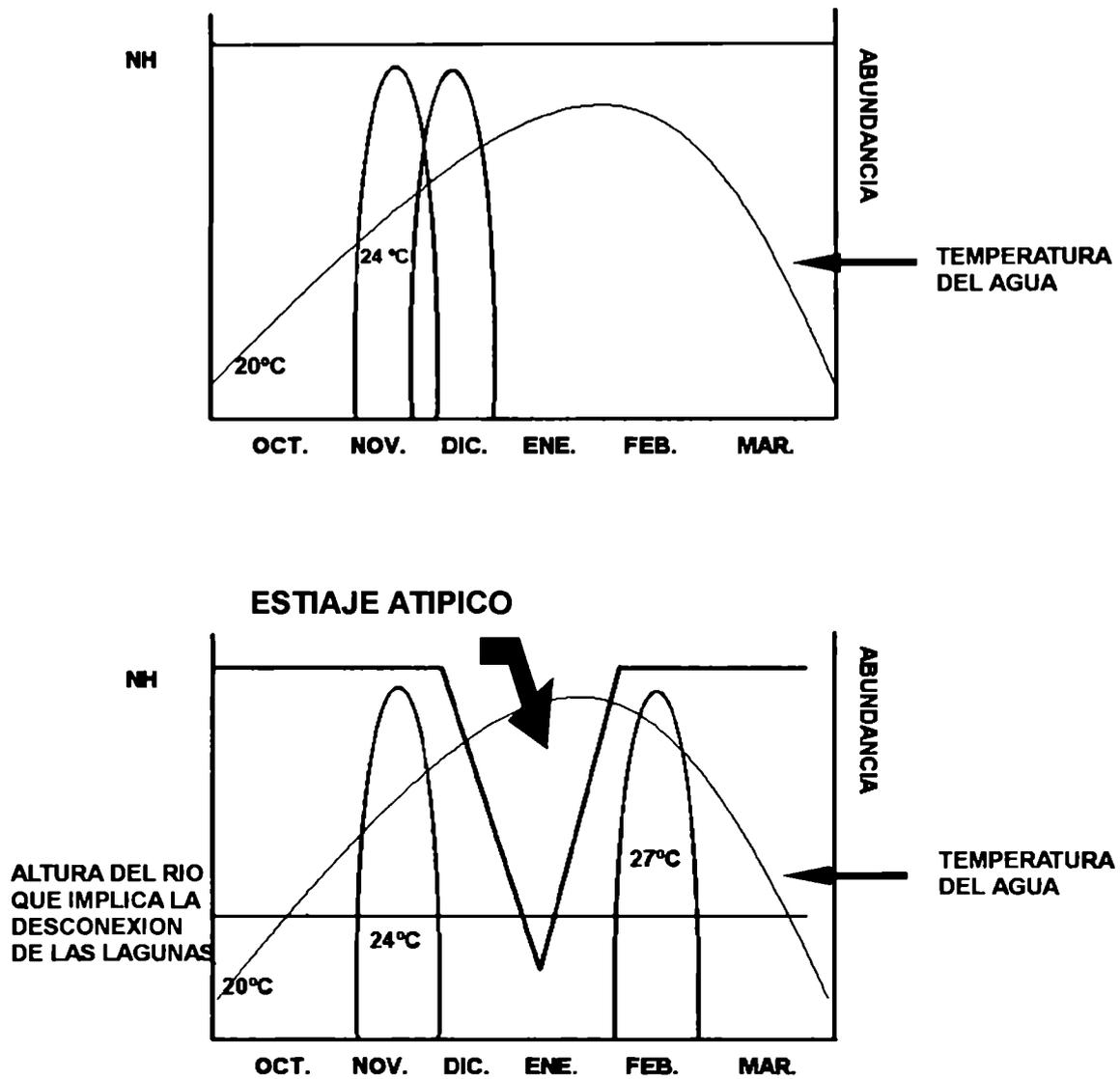


Figura I. Esquema de la variación de la abundancia de larvas de sabalo, de la temperatura del agua y de los niveles hidrométricos (NH) del río Paraná durante el período octubre-marzo.

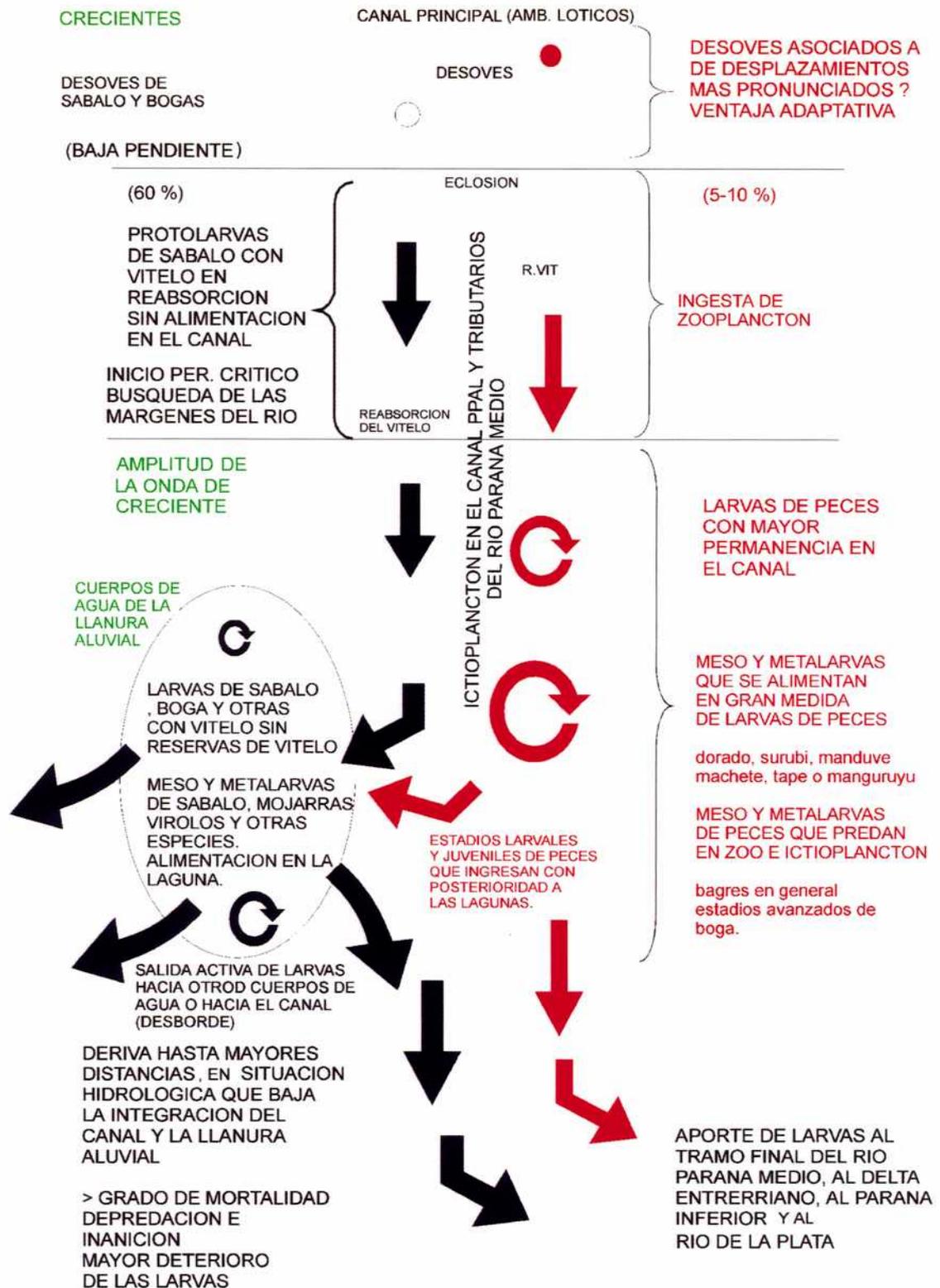


Figura II. Esquema explicando la deriva de huevos y larvas, originados en desoves en el río Paraná medio. A la izquierda, flechas en negro: situación de deriva para el sábalo *P. lineatus* y las bogas. *Leporinus* spp. A la derecha, flechas rojas: situación durante la deriva de especies depredadoras y omnivoras asociadas en el ictioplancton. Las líneas horizontales indican los sucesos relevantes en el desarrollo y la deriva. Las flechas circulares indican mayor permanencia.

CONCLUSIONES

Entre octubre y marzo las larvas de sábalo y otros peces de interés comercial como la boga, los armados, el dorado y el surubi, entre otros derivan en el río Paraná Inferior.

El grado de desarrollo de estos estadios larvales y la ausencia de huevos en el ictioplancton en el río Paraná de Las Palmas, indican que los desoves de estas especies ocurren aguas arriba del delta del río Paraná. La presencia de huevos y larvas recién eclosionadas a la altura de Diamante, indican la proximidad de las áreas de desove, aunque los bajos valores de abundancia relativa sugieren que es probable éstas estén aún aguas arriba, en el río Paraná medio.

La actividad reproductiva del sábalo y de otros caraciformes y siluriformes migratorios, puede estar influenciada por la temperatura y/o el fotoperíodo, aunque es indudable que algún mecanismo relacionado con los ascensos sostenidos de los niveles hidrométricos opera modulándola, e incluso desfásandola de manera más o menos pronunciada en los períodos de bajantes en meses históricamente de aguas altas.

Los picos de actividad reproductiva del sábalo ocurrieron principalmente en noviembre y diciembre, antecediendo a los desplazamientos descendentes en el río Paraná inferior estimados a partir de las investigaciones de marcación y recaptura de peces. No obstante, los descensos hidrométricos pronunciados, ocurridos en épocas de aguas altas, retardaron los picos reproductivos de verano hasta que se produjeron nuevos ascensos en el nivel.

La sincronización de los desoves durante los pulsos de inundación, la asociación multiespecífica de larvas de peces en el sector marginal de los ambientes lóticos y las relaciones tróficas entre sus componentes, sugieren un grado de coevolución entre las especies de peces migratorias. Muchas de estas especies como *Salminus maxillosus*, *Pseudoplatystoma* spp., *Raphiodon vulpinis*, *Sorubim lima* y *Pseudopimelodus zúngaro*, en gran medida ictiófagas en estadio larval avanzado, parecen estar adaptadas a permanecer mayor tiempo en el canal y depredar sobre la fracción larval de peces que deriva, que está principalmente compuesta por sábalo *P. lineatus*. Para este último, la permanencia en ambientes lóticos sería menor.

La enorme dispersión lograda durante los períodos favorables, implica la colonización de un amplio espectro de ambientes, que se constituyen en los escenarios de cría durante varios meses, o aún más de un año. Esta estrategia es uno de los factores que determina la gran abundancia del sábalo y es coherente con

la hipótesis que sostiene que la importancia de las especies de peces migratorios en las pesquerías, está en gran medida basada en el mayor éxito reproductivo, resultado de una mayor dispersión.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARAUJO LIMA. C.A.R.M. 1984. Distribuição espacial e temporal de larvas de Characiformes em um setor do rio Solimões/Amazonas. próximo a Manaus. AM. Manaus: INPA/FUA. 1984. 86p. Tese (Mestrado em Ciências Biológicas) - Fundação Universidade do Amazonas. 1984.

ARAUJO LIMA. C.A.R.M. 1991. Padrões no desenvolvimento larval em peixes da amazonia central. *IX Encontro Brasileiro de Ictiologia. Sociedade Brasileira de Ictiologia. Fundação Universidade Estadual de Maringá. Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura. Maringá-Paraná, 1991.*

AHLSTROM, E. H., & H. G. MOSER. 1976. Eggs and larvae of fishes and their role in systematic investigations and in fisheries. *Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes* 40:379-398.

AHLSTROM, E. H., & H. G. MOSER. 1980. Characters useful in identification of pelagic marine fish eggs. *California Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 21:121-131.

AGOSTINHO A. A., A. E. A. DE VAZZOLER, L. C. GOMES & O. OKADA. 1993. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipú, Paraná, Brasil. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 26 (1): 79-90.

AGOSTINHO, A. A., JULIO JR, H. F., GOMES L. C. BINI, L. M. & C. S. AGOSTINHO. composição, abundancia e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. En: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A. & HAHN, N. S. A. *A planicie de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 179-207*

ARMSTRONG, M. L. & A. V. BROWN, 1983, Diel drift and feeding of channel catfish alevins in the Illinois River, Arkansas. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 112(2B):302-307

BAYLEY, P. B., 1973, Studies on the migratory characin, (*Prochilodus platensis*) Holmberg 1889, (Pisces, Characoidei) in the River Pilcomayo, South America. *J. Fish Biol.* 3:23-40.

BELYY, N. D., 1972. Downstream migration of the pike perch *Lucioperca lucioperca* (L.) and its food in the early development stages in the lower reaches of the Dneiper. *J. Ichthyol.*, 12:465-472.

BONETTO, A. A. 1976. Calidad de las aguas del río Paraná. Introducción a su estudio ecológico. Dir. Nac. Constr. Port. y Vías Naveg. INCYTH-PNUD-ONU, 202.

BONETTO, A. A. , E. CORDIVIOLA DE YUAN, C. PIGNALBERI & O. OLIVEROS. 1969 Ciclos hidrológicos del río Paraná y las poblaciones de peces contenidas en las cuencas temporarias de su valle de inundación. *Physis*, 29(78): 213-223.

BONETTO, A. A. , E. CORDIVIOLA DE YUAN, C. PIGNALBERI & O. OLIVEROS. 1971. Informaciones complementarias sobre migraciones de peces en la cuenca del Plata. *Physis*, 30 (81):505-520.

BONETTO, A. A. 1963. Investigaciones sobre migraciones de peces en los ríos de la Cuenca del Plata. *Ciencia e Invest.*, 19(1-2):12-26.

BONETTO, A. A. & C. PIGNALBERI 1964. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de los peces en los ríos mesopotámicos de la República Argentina. *Comunic. Inst. Nac. Limnol.*, Santo Tomé (Santa Fe), 1:1-14.

BONETTO, A. A. 1986 Fish of the Paraná system. The Ecology of River Systems, edited by B. R. Davies y K. F. Walker. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

BONETTO, A. A. & H. CASTELLO. 1985. Pesca y piscicultura en aguas continentales de América Latina. *Monogr. Org. Etats. Am.* (Ser. Biol.),(31):118 p.

BONETTO, A. A., M. CANNON VERON & D. ROLDÁN. 1981. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el río Paraná. *Ecosur*, 8:29-40.

BROWN A. V. & M. L. ARMSTRONG, 1985, Propensity to drift downstream among various species of fish. *J. Freshwater. Ecol.* 3(1):3-17

CARU-CTM-INAPE-INIDEP. 1995. Informe Técnico "Conservación de la fauna Ictica, en el embalse de Salto Grande". CARU-CTM-INAPE-INIDEP. Julio de 1995.

CARU-CTM. 1994. Informe Técnico "Conservación de la fauna Ictica, en el embalse de Salto Grande". CARU-CTM-INAPE-INIDEP. Julio de 1994.

CLIFFORD, H. F. 1972. Downstream movements of white sucker *Catostomus commersoni* fry in a brown water stream of Alberta. *J. of Fish. Res. Board Can.* 29(7):1091-1093.

CRECCO V., & T. SAVOY. 1987. Effects of climatic and density-dependent factors on intra-annual mortality of larval american shad. American Fisheries Society Symposium 69-81

DANIELS, W. W. 1978. Applied Nonparametric Statistics. Houghton Mifflin, Company. USA, 1978.

DAGET, J. Memories sur la biologie des poissons du Niger moyen 1. Reproduction et croissance d'*Heteroticus niloticus* Ehrenberg. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, 19:295-323.

DEWEY M. R. & C. A. JENNINGS. 1992. Hábitat use by larval fishes in a backwater lake of the upper Mississippi River. *Journal of Freshwater Ecology.* 7:363-372.

ESPINACH ROS, A., A. FORTUNY & M. ARGUELLO. 1982. Resultados preliminares de muestreo y marcación de peces en el área de influencia de la futura represa de Paraná medio. Informe Técnico 45, Código 710, Agua y Energía Eléctrica, Gerencia de Estudios y Proyectos Paraná Medio, Argentina, 4p.

ESPINACH ROS, A., A. FORTUNY & V. G. AMUTIO. 1984. Induced breeding of the sábalo, *Prochilodus platensis* Holmberg. *Aquaculture*, 41:385-388.

ESPINACH ROS, A., S. SVERLIJ, J. P. MESTRE, G. FABIANO & F. AMESTOY. 1990. Desplazamientos migratorios de peces marcados en el tramo inferior del río Uruguay. En: Resúmenes de Comunicaciones, 2do Seminario "El río Uruguay. Sus Recursos Pesqueros", Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU), Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

ESPINACH ROS & DELFINO, 1993 . Situación de las pesquerías de la Cuenca del Plata en Paraguay, Bolivia, Argentina y Uruguay. .FAO Inf. de Pesca N° 490: 36-51.

ESPINACH ROS, A. & C. RIOS. 1997. Conservación de la fauna íctica en el Embalse de Salto Grande. Publicación conjunta Comisión Administradora del Río Uruguay-Comisión Técnica Mixta de Salto Grande. Julio, 1997.

ESPINACH ROS, A., S. SVERLIJ, F. AMESTOY & M. SPINETTI. 1998. Migration pattern of the sábalo *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae) tagged in the lower Uruguay River. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26, 2234-2236.

FLOYD, K. B., W. H. COURTENAY, & R. D. HOYT. 1984. A new larval fish light trap: the quatrefoil trap. *Progressive Fish-Culturist.* 46:216-219.

FLOYD, K. B., R. D. HOYT, & S. TIMBROOK. 1984. Chronology of appearance and hábitat partitioning by stream larval fishes. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 113:217-223.

FUENTES, C. M. & A. ESPINACH ROS. (en prensa) Determinación de las áreas de desove en el río Uruguay aguas arriba y abajo del embalse de Salto Grande. Comisión Administradora del Río Uruguay. Contribución Científico-Técnica 3(1).

FUIMAN, L. A., CONNER, J. V. , LATHROP B. F., G. L. BUYNACK, D. E. SNYDER & J. J. LOOS. 1983. State of the art of identification for Cyprinid fish larvae from eastern North América. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 112:319-332.

FRYER, G. & P. J. P. WHITEHEAD. 1959. The breeding habits, embriology and larval development of *Labeo victorianus* Boulenger (Pisces: Cyprinidae). *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 59(1-2):33-49.

GALE, W. F. & H. W. MOHR, JR., 1978, Larval fish drift in a large river with a comparison of methods. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 107:46-55

GALLAGHER, R. P. & CONNER, J. V., 1983, Comparison of two ichthyoplankton sampling gears with notes on microdistribution of fish larvae in a large river. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 112(2B):280-285

GERLACH, J. M., & A. W. KAHNLE. 1981. Larval fish drift in a warmwater stream. American Fisheries Society - Warmwater Streams Symposium, 1981. 154-162

GODOY, M. P. 1954. Locais de desovas de peixes num trecho do rió Mogi-Guassu, Estado de Sao Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, 14(4):375-396.

GODOY, M. P. 1959. Age, growth, sexual maturity, behaviour, migration, tagging and transplantation of the curimbata, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, 1881, of the Mogi Guassu River, Sao Paulo State, Brazil. *Ann. Acad. Bras. Cienc.*, 31:447-477.

GOULDING, M. 1980. The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history. Berkley, Los Angeles, University of California Press, 280 p.

GREGORY, R. S. & P. M. POWLES. 1988. Relative selectivities of Miller high-speed samplers and light traps for collecting ichthyoplankton. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 45:993-998.

NORTHCOTE, T. G. 1978. Migratory strategies and production in freshwater fishes. GERKING, S. D. Ed. 1978. *Ecology of freshwater fish production*. Blackwell Oxford.

KISSICK L. A. 1993. Comparison of traps lighted by photochemicals or electric bulbs for sampling warmwater populations of young fish. *North American Journal of Fisheries Managment.* 13:864-867, 1993.

LIBERTELLI M. & A. ESPINACH ROS. 1994. Efectos del retardo en la iniciación de la alimentación externa en la supervivencia y el crecimiento de larvas de sábalo (*Prochilodus lineatus*). I Congreso y III Reunión Argentina de Limnología. Fac. de Cs. Nat. E Inst. Miguel Lillo, Univ. Nac. De Tucumán, Argentina. *Tankay*, I (1994): 245-247.

LOPEZ, H. L., R. C. MENNI & A. M. MIQUELARENA. 1987. Lista de los peces de agua dulce de la Argentina. *Biología Acuática*. 12, 50p.

LOWE-McCONNELL, R. H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge: Cambridge University Press. 382 p.

MANTERO G. & C. M. FUENTES. Huevos y larvas de peces. en: ESPINACH ROS A. y C. Ríos (editores), 1997. *Conservación de la fauna íctica en el Embalse de Salto Grande*. Publicación conjunta Comisión Administradora del Río Uruguay-Comisión Técnica Mixta de Salto Grande.

MARCY JR., B. C. 1976. Planktonic fish eggs and larvae of the lower Connecticut River and the effects of the Connecticut Yankee Plant including entrainment. Daniel Merriman and Lyle M. Thorpe-American Fisheries Society Washington, D. C. 115-139

MARTINEZ A. M. 1984. Identification of brook, brown, rainbow, and cutthroat trout larvae. *Trans. Amer. Fish. Soc* 113:252-259.

MUTH, R. T., & C. M. HAYNES. 1984. Plexiglas light trap for collecting small fishes in low-velocity riverine habitats. *Progressive Fish-Culturist*. 46:59-62.

MUTH, R. T. & J. C. SCHMULBACH. 1984. Downstream transport of fish larvae in a shallow prairie river. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 113:224-230.

NAESJE T. F., B. JONSSON, & O. T. SANDLUND. 1986. Drift of cisco and withefish larvae in a Norwegian river. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 115:89-93.

NAKATANI, K., J. D. LATINI, G. BAUMGARTNER & M. S. T. BAUMGARTNER. 1993. Distribuição espacial e temporal das larvas de curvina (*Plagioscion squamosissimus*) (Heckel, 1984) (Osteichthyes, Scianedidae), no reservatório de Itaipú. *Revista UNIMAR* 15(Suplemento): 199-209, 1993.

NAKATANI, K., BAUMGARTNER, G. & M. CAVICCHIOLI. 1997a. Ecologia de ovos e larvas de peixes. en: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A. & Hahn, N. S. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos biológicos e socioeconômicos. Editora da Universidade de Maringá, 1997.*

NAKATANI K. BAUMGARTNER G. BIALETZKI, A. & P. V. SANCHES. 1997b. Ovos e larvas de peixes do reservatório de Segredo, en: AGOSTINHO, A. A. & Gomes, L. C. *Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 1997.*

NESLER, T. P., R. T. MUTH, & A. F. WASOWICZ. 1988. Evidence for baseline flow spikes as spawning cues for Colorado squawfish in the Yampa River, Colorado. *American Fisheries Society Symposium*. 68-79

NEZDOLY, V. K. 1984. Downstream migration of young fishes during the initial period of flow regulation of the Ili river. *J. Ichthyol.*, 24(2):34-36.

OLDANI, N. O. 1977. Identificación y morfología de larvas de *Apareiodon affinis* (Steindachner). (Pisces, Parodontinae). *Physis Sec. B*, 37: 133-140.

OLDANI N. O. 1978. Identificación y morfología de larvas y juveniles de *Thoracocharax stellatus* (Kner, 1960). (Pisces, Gasteropelecidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 10: 49-60.

OLDANI, N. O. 1984. Identificación y morfología de las larvas y juveniles de *Pimelodus maculatus* Lacepede 1803 (Pisces, Pimelodidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 14(2): 193-202.

OLDANI, N. O. 1990. Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná (Argentina). *Rev. Hidrobiol. Trop.* 23(1):67-76.

OLDANI, N. O. & O. B. OLIVEROS. 1984. Estudios limnológicos de una sección transversal del tramo medio del río Paraná: dinámica temporal de peces de importancia económica. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 15:175-183.

OLDANI, N. O., J. M. IWASZKIW, O. H. PADÍN & A. OTAEGUI. 1992. Fluctuaciones de la abundancia de peces en el alto Paraná (Corrientes, Argentina). *Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay. Serie Técnico-Científica* 1:43-55.

PAVLOV, D. S. 1977. Some features of the downstream migrations of juvenile fishes in the Volga and Kuban rivers. *J. Ichthyol.*, 19(3):363-374.

PIGNALBERI, C. 1965. Evolución de las gónadas en *Prochilodus platensis* y ensayo de clasificación de los estados sexuales (Pisces, Characidae. *Ann. II Congr. Latino Am. Zool.*, Sao Paulo, 2:203-208.

PODDUBNYI, A. G. A. ESPINACH ROS & N. OLDANI. 1986. Recursos ícticos del Paraná medio en relación con la construcción de obras hidráulicas (memorias y recomendaciones) Informe Técnico N° 33, Código 710, Agua y Energía, Gerencia de Estudios y Proyectos Paraná Medio, Santa Fe, Argentina, 105 p.

QUIROS, R & S. CUCH. 1989: The fisheries and limnology of the lower Plata Basin. In: D. P. Dodge (Ed.) *Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 106:429-443.

QUIROS, 1998. The cyclic behaviour of potadromous fishes in large rivers. Paper presented at *International Symposium and Workshop on Management and Ecology of River Fisheries*, Hull, United Kingdom, April 1998.

REYNOLDS, L. F. 1983. Migration patterns of five fish species in the Murray-Darling River system. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.*, 34:857-871.

RINGUELET, R. A.; R. H. ARAMBURU & A. ALONSO DE ARAMBURU. 1967. Los peces argentinos de agua dulce, *Com. Inv. Cient. La Plata*. 602. pp.

RÍOS, C.; FUENTES, C. M.; ESPINACH ROS, A.; CHEDIAK, G. & H. NION. 1997. Áreas de cría. en: ESPINACH ROS A. y C. Ríos (editores), 1997. Conservación de la fauna íctica en el Embalse de Salto Grande. *Publicación conjunta Comisión Administradora del Río Uruguay-Comisión Técnica Mixta de Salto Grande* .

ROSSI 1993. 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.

ROSSI 1994. Hábitos alimentarios de *Sorubim lima* (Pisces, Pimelodidae) en sus primeras etapas de vida. I Congreso y III Reunión Argentina de Limnología. *Tankay*. 1:263-264.

SAGER, D. R. 1987. Distribution of larval gizzard shad in the upper Cape Fear River, North Carolina. *American Fisheries Society Symposium* 174-178

SALTZMANN, C. 1993 Informe final de beca de Perfeccionamiento. Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires. La Plata, 1993.

SECOR, D. H., J. M. DEAN. & J. HANSBARGER. 1992. Modification of the light trap for use in hatchery ponds. *Progressive Fish-Culturist*. 54:202-205, 1992.

SIMON, T. P., R. WALLUS & K. B. FLOYD. 1987. Descriptions of protolarvae of seven species of the subgenus *Nothonotus* (Percidae: Etheostomatini) with comments on intrasubgeneric characteristics. *American Fisheries Symposium* 2: 179-190.

SMITH, P. E., & S. L. RICHARDSON. (eds.). 1977. Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. *FAO Fish. Tech. Pap.* No. 175. 100 pp.

SNYDER, D. E. 1976. Terminologies for intervals of larval fish development. Pages 41-60 in J. Boreman, editor. Great Lakes fish egg and larvae identification; proceedings of a workshop. U.S. Fish and Wildlife Service, FWS/OBS-76/23.

- SNYDER, D. E. 1981, Contributions to a guide to the Cypriniform fish larvae of the upper Colorado river system in Colorado. *Biol. Sciences Series*. 3:1-81.
- SNYDER, D. E. 1983. Fish eggs and larvae. Pages 165-197 in L. Nielsen and D. Johnson, editors. Fisheries techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- SNYDER, D. E. 1983. Identification of catostomid larvae in pyramid lake and the truckee river, nevada. *Trans. Amer. Fish. Soc* 112:333-348.
- SNYDER, D. E. 1988. Description and identification of shortnose and atlantic sturgeon larvae. American Fisheries Society Symposium 5:7-30.
- SVERLIJ, S. B., A. ESPINACH ROS & G. ORTI. 1993. Sinopsis de los datos biológicos y pesqueros del sábalo *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). FAO Sinopsis sobre la Pesca, No. 154. Roma, FAO. 1993. 64p.
- SVERLIJ, S. B., L. GERACITANO & A. ESPINACH ROS. 1992. Estructura de edades de los efectivos de sábalo, (*Prochilodus lineatus*) del tramo inferior del río Uruguay. Publicaciones de la Comisión Administradora del Río Uruguay. Serie Técnico-Científica 1:54-62.
- SVERLIJ, S. & A. ESPINACH ROS. 1986. El dorado, (*Salminus maxillosus*) (Pisces, Characiformes), en el Río de la Plata y Río Uruguay inferior. *Rev. Invest. y Desarrollo Pesquero*, 6:57-75.
- TABLADO, A. & N. OLDANI. 1984. Consideraciones generales sobre las migraciones de peces en el río Paraná. *Bol. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, Vol. IV, nº 3: 31-34.
- TABLADO, A., N. O. OLDANI, L. ULIBARRIE & C. PIGNALBERI DE HASSAN. 1988. Cambios estacionales de la densidad de peces en una laguna del valle aluvial del río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 21(4): 335-348.

TARPLEE, JR., W. H. & W. E. PARTIN. 1981. Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton in the Neuse River, North Carolina, near a low dam and power plant intake. American Fisheries Society - Warmwater Streams Symposium, 1981. 142-153

TELICHEVSKY, S., A. FORTUNY, & G. PICOTTI. 1987. Biología reproductiva del sábalo (*Prochilodus platensis*, Holmberg), del río Paraná en el área de Bella Vista. Informe Convenio Agua y Energía - INIDEP, 1987. 17p

THAYER, G. W. 1983. Estimates of larval fish abundance: diurnal variation and influences of sampling gear and towing speed. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 272-279

THAYER, G. W., COLBY, D. R., KJELSON, M. A. & WEINSTEIN, M. P., 1983, Estimates of larval-fish abundance: diurnal variation and influences of sampling gear and towing speed. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 112(2B):272-280

VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A. & HAHN, N. S. A. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 1997.768p.

VAZZOLER, A. E. A. M.; LIZAMA, M. A. P. & INADA P. 1997. Influencias ambientais sobre sazonalidade reprodutiva. En: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A. & HAHN, N. S. A. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 267-279.

WELCOMME, R. 1985. River Fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.* 262, 330p.

ZIMPFER, S. P., C. F. BRYAN, & C. H. PENNINGTON. 1987. Factors associated with the dynamics of grass carp larvae in the Lower Mississippi River valley. American Fisheries Society Symposium 102-108.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), al Consejo Nacional de Investigación Científica y Técnica (CONICET) y al Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) quienes auspiciaron estas investigaciones.

Deseo agradecer y recordar al Dr. Argentino A. Bonetto, quien apoyó la realización de este trabajo, en particular durante los últimos tres años. Agradezco a la Dra. Graciela Esnal por su labor de Consejera de Estudios. Al Dr. Rolando Quirós por la lectura del manuscrito y las sugerencias realizadas.

A Ricardo Delfino, Silvina Menu Marque, Sara Sverlij, Alejandro Dománico, Graciela Seigneur, Hugo Senone, Santiago Sebastiani, Daniel y Nora Tomasini, quienes me acompañaron de una forma u otra. A Danilo Demonte, Fernanda Esposti, Raul A. D'Angelo, Juan Carlos Poledri, Guillermo Martinez y Anibal Blanco, quienes colaboraron conmigo en las tareas de campo. A las dependencias de Zárate y Diamante de la Prefectura Naval Argentina, las que prestaron apoyo para los trabajos en numerosas ocasiones. Al Club Náutico Diamante, que facilitó una embarcación en varias ocasiones.

A Alberto Espinach Ros, quien me dirigió.

A mi familia, por su paciencia.

Carlos Mariano Fuentes