

***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 Itaipu, Paraná, Brasil***

Angelo A. AGOSTINHO (1),
Anna Emilia A. de M. VAZZOLER (1,2),
Luiz C. GOMES (1) y Edson K. OKADA (1)

RESUMEN

Especies del género Prochilodus presentan comportamiento migratorio y ocupación estratificada en ambientes distintos de cuencas hidrográficas de América del Sur. Fueron estudiados estos aspectos y sus relaciones con el desarrollo y ciclo reproductivo para Prochilodus scrofa en un trecho del alto río Paraná, incluyendo el embalse de Itaipu, el río y sus tributarios y la planicie de inundación en la región de Porto Rico (23°43'S-53°10'W / 25°33'S-54°35'W), durante el periodo de octubre de 1986 a septiembre de 1988. Se evidenció desplazamientos de adultos en el cuerpo del embalse, con movimientos descendientes entre marzo y agosto y ascendientes a partir de septiembre. En octubre parte del estrato adulto deja el embalse, empezando su migración para áreas de reproducción localizadas arriba, en el río Paraná y sus tributarios. En las lagunas hay individuos jóvenes (73 %), con hasta 2 años y longitudes abajo del L_{50} (18,9 cm), que además presentan gónadas inmaduras (99 %); en los canales predominan jóvenes (60 %), con tallas correspondientes a 1 y 2 años, cuyas gónadas no iniciaron su desarrollo (95 %); en el río Paraná ocurren adultos (82 %), con longitudes correspondientes a 2 años o más, con gónadas que evidencian actividad reproductiva (22 % en maduración; 11 % en reproducción) y desove (5 % agotadas); en el embalse aparecen adultos grandes (100 %), con más de 2 años, cuyas gónadas muestran actividad reproductiva inminente (25 % en maduración) o reciente (12 % agotadas). Las lagunas y canales, ambientes leníticos y semi-leníticos naturales, representan áreas de alimentación y cría de jóvenes, hasta la edad de 2 años; el embalse, ambiente semi-lenítico artificial, constituye área de alimentación y recuperación de adultos; aquellos lóticos tienen significado preponderante como áreas de reproducción. En síntesis, la especie explota los ambientes leníticos en la fase joven, durante los primeros años de vida, y, en la fase adulta, pasa a explotar cíclicamente los ambientes semi-leníticos y lóticos.

PALABRAS CLAVES : *Prochilodus scrofa* — Alto río Paraná — Brasil — Estratificación espacial — Migraciones — Planicie de inundación — Lagunas — Canales — Ríos — Embalse.

(1) Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura, Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo 3690, Bloco H-90. Caixa Postal 331, CEP 87020. Maringá/Paraná, Brasil.

(2) Pesquisadora I-A do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil.

RÉSUMÉ

COMPORTEMENT ET DISTRIBUTION SPATIALE DE *PROCHILODUS SCROFA*
DANS LA PLAINE D'INONDATION DU HAUT-PARANÁ ET LA RETENUE DE ITAIPU (PARANÁ, BRÉSIL)

Les poissons du genre *Prochilodus* ont un comportement migratoire et présentent une répartition différenciée dans les bassins des fleuves d'Amérique du Sud. Les migrations et le cycle de la reproduction de *P. scrofa* ont été étudiés dans un secteur du Haut Paraná, comprenant la retenue d'Itaipu, un bief du fleuve, ses affluents et la plaine d'inondation autour de Porto Rico (23°43'S-53°10'W | 25°33'S-54°35'W). Les études ont porté d'octobre 1986 à septembre 1988. En octobre, une fraction de la population de *P. Scrofa* commence sa migration de reproduction vers les zones en amont du Fleuve Paraná et ses affluents. Dans les lacs et bras morts se trouvent les jeunes poissons (73 %) de moins de deux ans et de longueur inférieure à L_{50} (18,9 cm) et présentant des gonades immatures (99 %). Dans les chenaux, ces jeunes poissons de 1 à 2 ans sont fréquents (60 %). On trouve les adultes de 2 ans et plus dans le Fleuve Paraná (82 %), avec des gonades en activité (22 % matures, 11 % en stade de reproduction et 5 % après la reproduction). Dans le réservoir d'Itaipu ne se trouvent que des adultes (100 %) de deux ans et plus en phase de reproduction imminente (25 %) ou récente (12 %). Les milieux stagnants (lacs) et semi stagnants (chenaux) de la plaine d'inondation sont donc des environnements de croissance et d'alimentation pour les poissons jusqu'à 2 ans. Le réservoir d'Itaipu, semi stagnant, est un lieu d'alimentation et de croissance pour les adultes. Les milieux lotiques sont les milieux privilégiés de reproduction. L'espèce explore donc les milieux stagnants durant les 2 premières années, et occupe ensuite alternativement les 2 types de milieu.

MOTS CLÉS : *Prochilodus scrofa* — Poissons — Fleuve Paraná — Brésil — Eaux douces — Environnement tropical — Migrations — Réservoir.

ABSTRACT

SPATIAL DISTRIBUTION AND BEHAVIOUR OF *PROCHILODUS SCROFA* DURING ITS LIFE CYCLE,
IN THE HIGH PARANÁ RIVER FLOODPLAIN AND ITAIPU RESERVOIR, PARANÁ, BRAZIL

Prochilodus species show migratory behaviour and stratified distribution in distinct environments of South American river basins. These aspects and their relationships with the development and reproductive cycle of *P. scrofa* from one segment of the High Paraná River, including the Itaipu Reservoir, the River and its tributaries and the floodplain at Porto Rico (23°43'S-53°10'W | 25°33'S-54°35'W) were studied from October 1986 to September 1988. Upstream displacements of adult fishes were observed in the Reservoir from March to August; downstream movements started in September. In October, a fraction of the *Prochilodus* stock starts its migration to reproductive areas localized upstream, in the Paraná River and its tributaries. In the lagoons occur young fishes (73 %), less 2 years old, lengths under the L_{50} (18.9 cm), with immature gonads (99 %); in the channels young fishes are frequent (60 %) with lengths that correspond to 1 and 2 years old, and with gonads that have not started the cyclic development (95 %); adults occur in the Paraná River (82 %) which lengths corresponding to individuals 2 years old or more; their gonads show evidences of reproductive activity (22 % maturation; 11 % reproduction) and spawning (5 % spent); in the Itaipu Reservoir only large adults occur (100 %), 2 years old or more and with their gonads showing imminent (25 % maturation) or recent (12 % spent) reproductive activity. The lentic (lagoons) and semi-lentic (channels) environments of the floodplain are feeding and growing homes for young fishes until 2 years old; the Itaipu Reservoir, a semi-lentic environment, is a feeding and growing area for adults; lotic environments have an important role as reproductive areas. The species thus explore lentic environments, during the first two years of its life, and as an adult occupies cyclically lotic and semi-lentic environments.

KEY WORDS : *Prochilodus scrofa* — Fish — Paraná River — Brazil — Freshwater — Tropical Environments — Migrations — Reservoir.

INTRODUCCIÓN

Prochilodus scrofa Steindachner, 1882 es un Prochilodontidae, conocido popularmente en Brasil como «curimbatá» o «curimba», y constituye una

considerable parcela de la biomasa capturada en el embalse de Itaipu (Fuem/Itaipu-Binacional, 1990 a, b).

El comportamiento migratorio y aspectos de la biología de esta especie, en el sistema de los ríos

Grande-Pardo-Mogi Guaçu, en el segmento superior del río Paraná, son relatados por *GODOY* (1975). *BONETTO* y colaboradores (1963, 1964, 1971, 1981) desarrollaron estudios similares sobre *Prochilodus platensis* en el curso medio del río Paraná, y su trecho argentino. La migración de esta misma especie en el río Pilcomayo, tributario del río Paraguay, fue estudiada por *Bayley* (1973). *PETRERE* (1985) y *LOWE-McCONNELL* (1987) han resumido los conocimientos sobre el comportamiento migratorio de los Prochilodontidae en América del Sur; *BONETTO* y *CASTELLO* (1985) discuten la influencia de ese comportamiento sobre la productividad pesquera en los grandes ríos.

Aunque las informaciones sobre la biología y el comportamiento migratorio de los Prochilodontidae en el río Paraná son abundantes, el cuadro hidrológico y limnológico de esta cuenca viene sufriendo considerables alteraciones en los últimos años, especialmente en función de los embalses hidroeléctricos.

El río Paraná, con una extensión de 809 km en territorio brasileño (*PAIVA*, 1982), presenta solamente 500 km libres. Después de la construcción del embalse de Porto Primavera, en fase de conclusión, el trecho libre quedará restringido a cerca de 200 km. El embalse de Ilha Grande, proyectado para el trecho inmediatamente arriba del embalse de Itaipu, deberá eliminar el último segmento lótico brasileño del río Paraná.

El conocimiento previo de que la especie tiene hábitos migratorios (*GODOY, op. cit.*), asociado a la constatación de que ocurren diferencias entre las longitudes de los ejemplares capturados en los distintos compartimientos de la cuenca (*GOMES et al.*, 1989) nos llevó a la realización de este estudio. Se pretende

con él clarificar el modo en que la población está estructurada espacialmente, su dinámica durante el ciclo de vida y los principales eventos cíclicos endógenos y exógenos que puedan estar relacionados a los movimientos migratorios y a la estratificación poblacional.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprendió un trecho de aproximadamente 370 km del río Paraná, entre la embocadura del río Paranapanema y la del río Iguazu. De las dieciocho estaciones de muestreo consideradas, quince se localizaron en el río Paraná, tributarios y planicie de inundación, arriba del embalse de Itaipu, y tres en el embalse (fig. 1). La localización de cada estación y sus características en cuanto al flujo de agua son presentadas en la tabla I.

En el trecho de la cuenca arriba del embalse el río Paraná está caracterizado, en su lado occidental, por una extensa planicie de inundación, donde el lecho del río es enormemente alargado, asumiendo una característica permanente de canales múltiples, con innumerables islas y barras.

El embalse de Itaipu, con un área de 1 460 km², se extiende por 151 km desde Guaira hasta Foz do Iguazu. Su profundidad máxima es de 170 m, con una media de 21,5 m. El tiempo de permanencia del agua es de aproximadamente 40 días y la velocidad media, en la superficie y en el cuerpo central, es de 0,6 m/s, lo que nos llevó a caracterizarlo como un ambiente semi-lenítico. Fué clasificado como mesotrófico por la *Surehna* (1988). En el trecho actual-

TABLA I

Localización y características de las estaciones de muestreo
Situation and characteristics of the stations

Estaciones	Localización	Característica
R. Paraná I (st 1)	río Paraná-150 km arriba del embalse de Itaipu	lótico
R. Ivinheima (st 2 e 3)	río Ivinheima-5 y 7 km de su primera embocadura	lótico
Canal Corutuba (st 4)	entre los ríos Baía y Ivinheima, paralelo al r. Paraná	semi-lenítico
R. Baía (st 5 e 6)	río Baía-4 y 7 km de la embocadura	semi-lenítico
L. dos Patos (st 7)	río Ivinheima	lenítico
L.P. Garças (st 8)	río Baía	lenítico
L. Guaraná (st 9)	río Baía	lenítico
L. Fechada (st 10)	río Baía	lenítico
R. Iguatemi (st 11- 12)	río Iguatemi-1 y 40 km de su embocadura	lótico
R. Piquiri (st 13 e 14)	río Piquiri- 70 y 180 km de su embocadura	lótico
R. Paraná II (st 15)	río Paraná-10 km arriba del embalse de Itaipu	lótico
Guaira (st 16)	embalse de Itaipu-región superior	semi-lenítico
Santa Helena (st 17)	embalse de Itaipu-región mediana	semi-lenítico
Foz do Iguazu (St 18)	embalse de Itaipu-región inferior, próxima al barraje	semi-lenítico

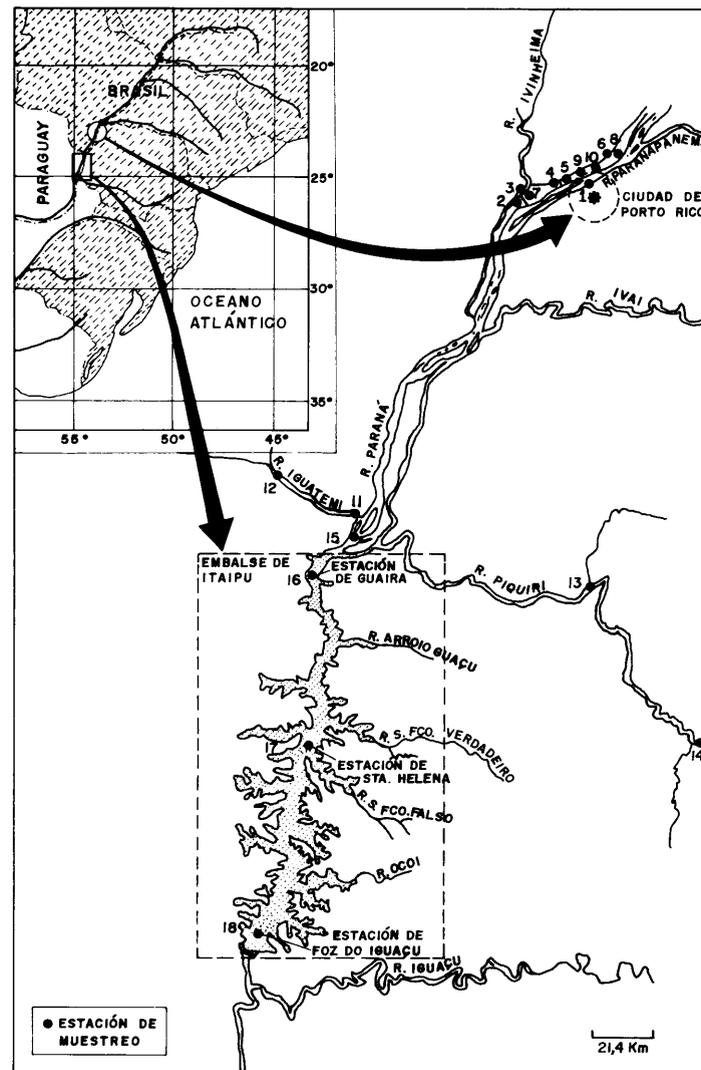


FIG. 1. — Mapa del área de estudio con indicación de las dieciocho estaciones de muestreo consideradas.
Study area map with indication of the eighteen sample stations considered.

mente represado por este embalse el río Paraná corría en un valle, que se iniciaba abajo de Sete Quedas, dotado de escasa área inundable. La mayoría de sus afluentes presentaban cascadas en las proximidades de la desembocadura.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos sobre los cuales está basado el presente estudio fueron obtenidos de octubre de 1986 a septiembre de 1988.

Para la realización de los objetivos propuestos fueron utilizados datos biométricos y biológicos obtenidos de los ejemplares capturados en los muestreos y algunos datos de marcación-recaptura obtenidos durante el período de 1986/87.

Entre los datos anotados de cada ejemplar fueron utilizados, para este estudio, aquellos sobre longitud total (cm), longitud standard (cm) y estado de maduración gonadal.

Las escalas utilizadas para evaluación del grado de desarrollo gonadal, constituidas de cinco estados, tanto para hembras como para machos están mostradas en la tabla II.

TABLA II

Escalas para evaluación del grado de desarrollo gonadal (según Fuein/Finep, 1989)
Description of the maturity stages

OVARIOS					
ESTADOS					
CARACTERÍSTICAS	Inmaduro	Reposo	Maturación	Reproducción	Agotado
MACROSCÓPICAS					
Transparencia	hialino	hialino	opaco	opaco	opaco
Irrigación	muy fina	fina	intensa	intensa	rota
Coloración	rosada tenue	naranja tenue	ploma	ploma	roja tenue
MICROSCÓPICAS(*)					
I	+++	++	+	+	+
IIa	+++	++	++	+	++
IIb	+	+++	++	+	++
III			++		
IV			++		
V			+	++	+
VI					+++
(*) = frecuencia relativa de las fases del folículo oocitario: (I) = cromatina-nucleolar; (IIa) = perinucleolar inicial; (IIb) = perinucleolar final; (III) = vesícula vitelínica; (IV) = vitelogénesis; (V) = maduro; (VI) = post-ovulatório.					
TESTÍCULOS					
ESTADOS					
CARACTERÍSTICAS	Inmaduro	Reposo	Maturación	Reproducción	Agotado
MACROSCÓPICAS					
Transparencia	hialino	hialino	opaco	opaco	opaco/hialino
Coloración	rosada	rosada	blanca lechosa	blanca lechosa	rosea lechosa
MICROSCÓPICAS(*)					
I	+++	+++	++	++	+++
II		+	+++		
III			++		
IV			++		
V			+	+++	+
(*) = frecuencia relativa de las fases de la espermatogénesis: (I) = espermatogonio; (II) = espermatócito primario; (III) = espermatócito secundario; (IV) = espermatócito; (V) = espermatozoide.					

Considerándose todo el periodo de muestreo se obtuvo, para los diferentes ambientes muestreados, las siguientes informaciones:

1. distribuciones de frecuencia de ejemplares por clase de longitud standard de 2 cm; a estas distribuciones se sobrepuso la curva de crecimiento de la especie (HAYASHI *et. al.*, 1989) y fueron marcadas las longitudes estimadas para las diferentes edades (L_i), así como la de primera maduración ($L_s = 18,9$ cm; Fuein/Finep, 1989) (fig. 2);
2. frecuencias de individuos adultos con gónadas en los diferentes estados de maduración (fig. 3A).

3. frecuencias de individuos jóvenes y adultos, teniendo como referencial la longitud standard media de primera maduración para la especie, estimada en 18,9 cm (fig. 3B);

Un análisis preliminar de las distribuciones mensuales de frecuencia de estados de maduración permitió agrupar los meses con frecuencias similares y establecer cinco periodos dentro del año: julio-septiembre, octubre-noviembre, diciembre-enero, febrero-marzo y abril-junio. Fue estimada, entonces, la frecuencia de los diferentes estados por periodo considerándose, a lo largo de la región estudiada, las siguientes áreas de muestreo: río Paraná y sus tribu-

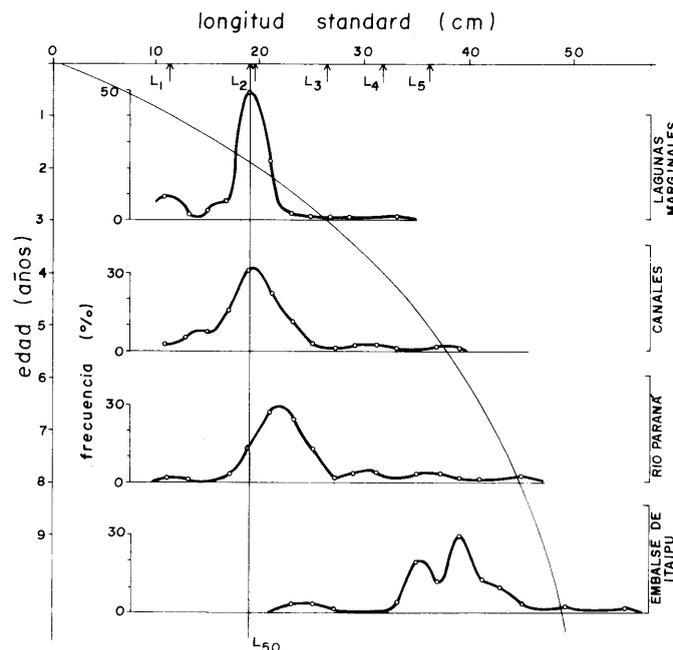


FIG. 2. — Distribuciones de frecuencia de clases de longitud standard de los ejemplares colectados en los distintos ambientes. A estos datos se superpuso la curva de crecimiento de *P. scrofa* (seg. HAYASHI *et al.*, 1989). L_i es la longitud en la edad i ; L_{50} es la longitud de primera maduración.

Frequency distributions of standard length class of the individuals collected from distinct environments and growth curve of *P. scrofa* (sec. HAYASHI *et al.*, 1989). L_i is the length at age i ; L_{50} is the first maturation length.

tarios Ivinheima, Iguatemi y Piquiri, y embalse de Itaipu (Guaira, Santa Helena e Foz) (fig. 4B). Datos sobre temperatura media del agua y nivel fluviométrico del río Paraná, en la región de Porto Rico, obtenidos en el mismo período (Fuem/Finep, 1989), fueron lanzados en gráfico para objeto de discusión (fig. 4A).

RESULTADOS

El análisis de las distribuciones de frecuencia de clases de largo tamaño (fig. 2) evidencia una marcante estratificación en el área estudiada, con los individuos menores de 20 cm, con cerca de 2 años de edad, ocupando esencialmente las lagunas y canales marginales, y aquellos menores de 12 cm (1 año) permaneciendo restringidos a las lagunas. En el canal del río Paraná, son capturados principalmente ejemplares de mayor porte. En el embalse de Itaipu, las capturas fueron constituidas por individuos con tamaños superiores a 22 cm.

Considerándose el tamaño de primera maduración, se verifica que los jóvenes (inmaturos), predominarán

en las capturas en las lagunas y canales marginales, resultando esporádicos en el río Paraná y ausentes en el embalse de Itaipu. Individuos en maduración fueron registrados en el embalse, en el río Paraná y en pequeño porcentaje, en los canales marginales, mientras que la casi totalidad de los que estaban en reproducción estuvieron presentes en las capturas del río Paraná (fig. 3A e B). La extensión de este análisis para diferentes locales y períodos del año, revela que individuos en reproducción son capturados entre octubre y marzo, cuando los niveles fluviométricos son crecientes y las temperaturas medias alcanzan sus mayores valores (fig. 4). Individuos en reproducción fueron registrados en todos los ríos estudiados, habiendo, entretanto, mayor participación en las capturas realizadas en el río Piquiri. Entre las estaciones de muestreo del embalse, por Guaira, inicio de la represa, aparecieron ejemplares en reproducción, siendo estos escasos y limitados al período de octubre-noviembre.

Experimentos de marca-recaptura realizados en el período, implicaron 924 ejemplares de *Prochilodus scrofa* (Curimba), con una recaptura de 38, considerándose aquellas a distancias superiores a 10 km. La

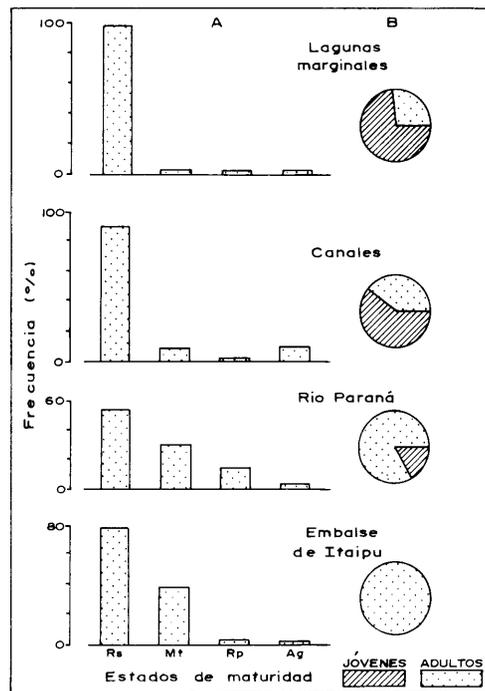
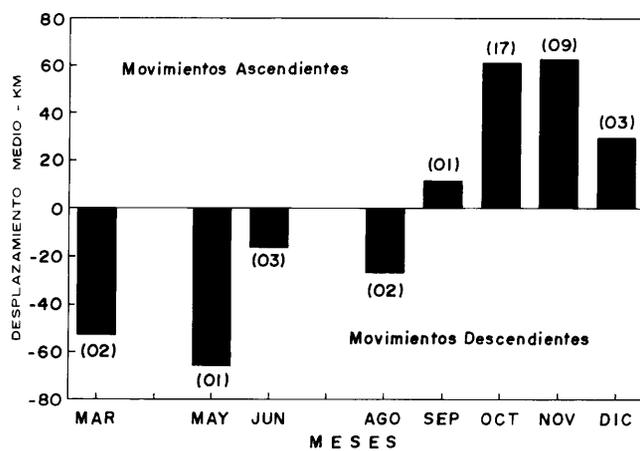


FIG. 3. — Frecuencia de estados de madurez de las hembras adultas y proporción de jóvenes : adultos de *P. scrofa* colectados en los distintos ambientes.
 Frequency of females maturity stages and young : adults proportion of *P. scrofa* from different environments.

sazonalidad de estos desplazamientos, es mostrada en la figura 5, y la ruta de migración de los ejemplares con desplazamientos superiores a 90 km, en la figura 6. Las recapturas, dependientes de la colaboración de los pescadores profesionales, se realizaron principalmente en el cuerpo del embalse, donde al



Rev. Hydrobiol. trop. 26 (1) : 79-90 (1993).

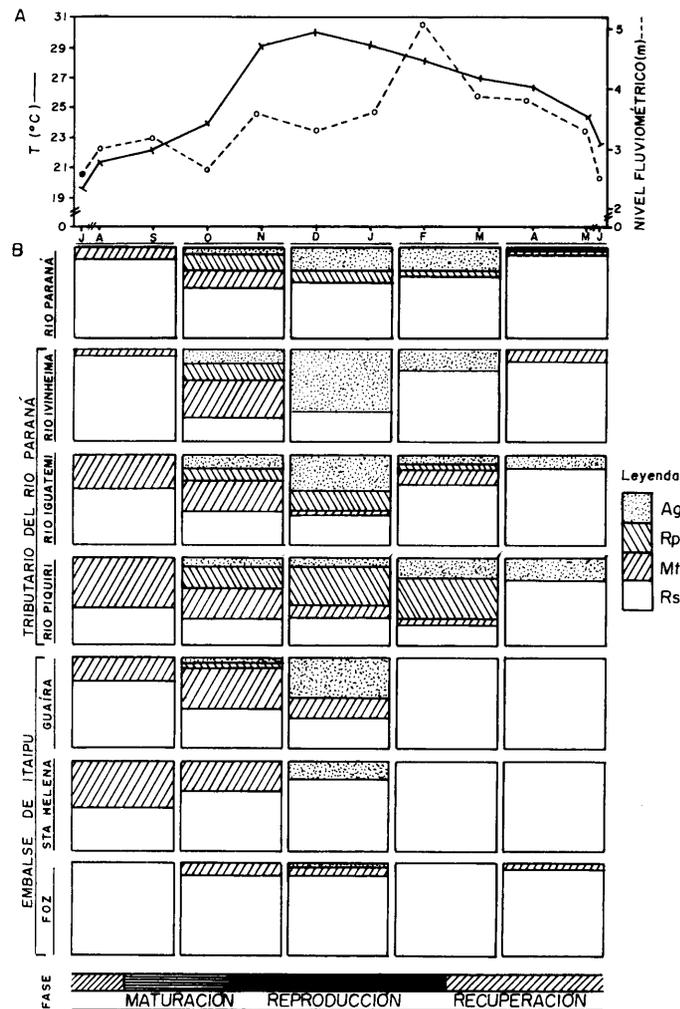


FIG. 4. — Variación de la temperatura y del nivel fluviométrico del río Paraná (A) y frecuencia de estados de madurez de las hembras colectadas en los distintos ambientes y fases del ciclo reproductivo (B) — (Ag = agotado; Rp = reproducción; Mt = maduración; Rs = reposo).

Variation of temperature and water level of the Paraná river (A) and frequency of females maturity stages in samples collected from different environments and reproductive cycle phase (B) — (Ag = spent; Rp = spawning; Mt = maturation; Rs = resting).

FIG. 5. — Evidencias de la sazonalidad de los desplazamientos ascendientes y descendientes de *P. scrofa* en el embalse de Itaipu, obtenidas de los datos de marcación-recaptura (números = número de ejemplares recapturados).
 Downstream and upstream movements of *P. scrofa* in the Itaipu Reservoir, obtained from the marked-recaptured data (numbers = number of recaptured individuals).

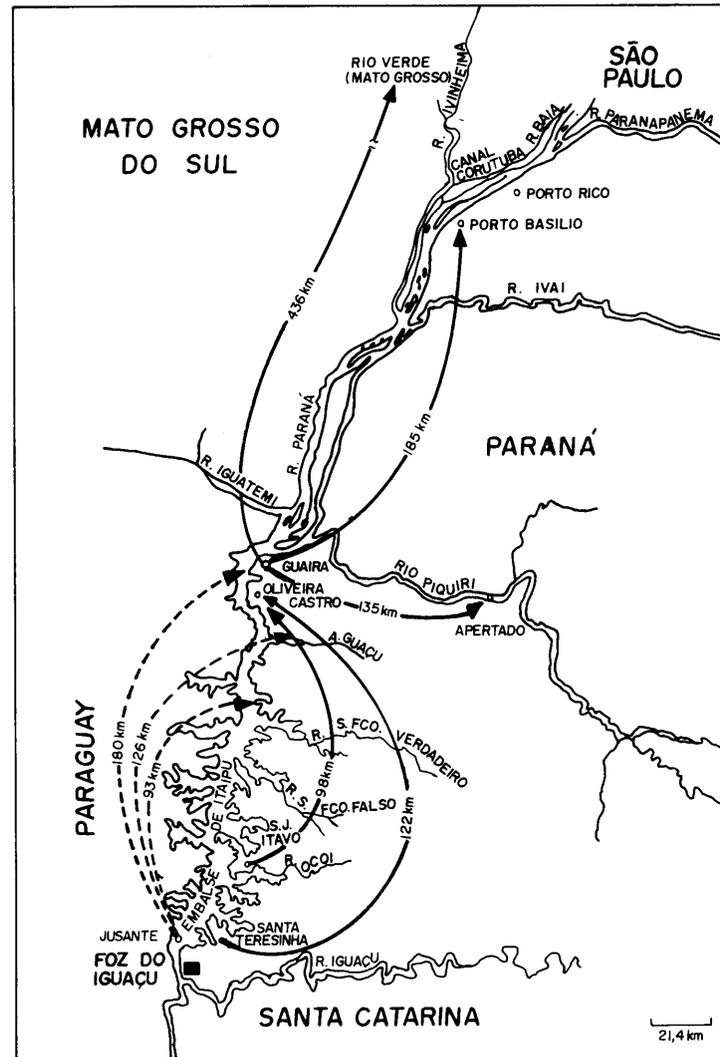


FIG. 6. — Desplazamientos de ejemplares de *P. scrofa* marcados en el embalse de Itaipu y recapturados arriba (línea interrompida = ruta de los ejemplares colectados abajo y libertados arriba de la barraje; línea continua = ruta de aquellos colectados y libertados en el embalse).

Migratory movement of P. scrofa marked in the Itaipu Reservoir and recaptured upstream (broken line = for individuals caught below and liberated above the barrage; solid line = for fish caught and liberated in the reservoir).

contrario de lo que ocurre en los segmentos superiores de la cuenca, la especie es explotada comercialmente. Aun con restricciones al número de individuos considerados, el análisis de estos datos revela tendencias de movimientos ascendientes a partir de septiembre-octubre, cuando los individuos abandonan el embalse y suben el río Paraná o sus tributarios. Fueron obtenidas evidencias de que, individuos oriundos del área de abajo y transferidos para el cuerpo del embalse, son capaces de orientarse y realizar migraciones ascendientes, y que las velocidades

desenvueltas en los desplazamientos individuales fueron menores en el cuerpo del embalse que en los ríos.

El conjunto de informaciones anteriores evidencia una secuencia de eventos durante el ciclo de vida de *P. scrofa*, que puede ser descrita como se sigue (fig. 7A):

a. el desove ocurre entre noviembre y marzo en los ambientes lóticos a montante del embalse, en condiciones de altas temperaturas y niveles fluviométricos crecientes;

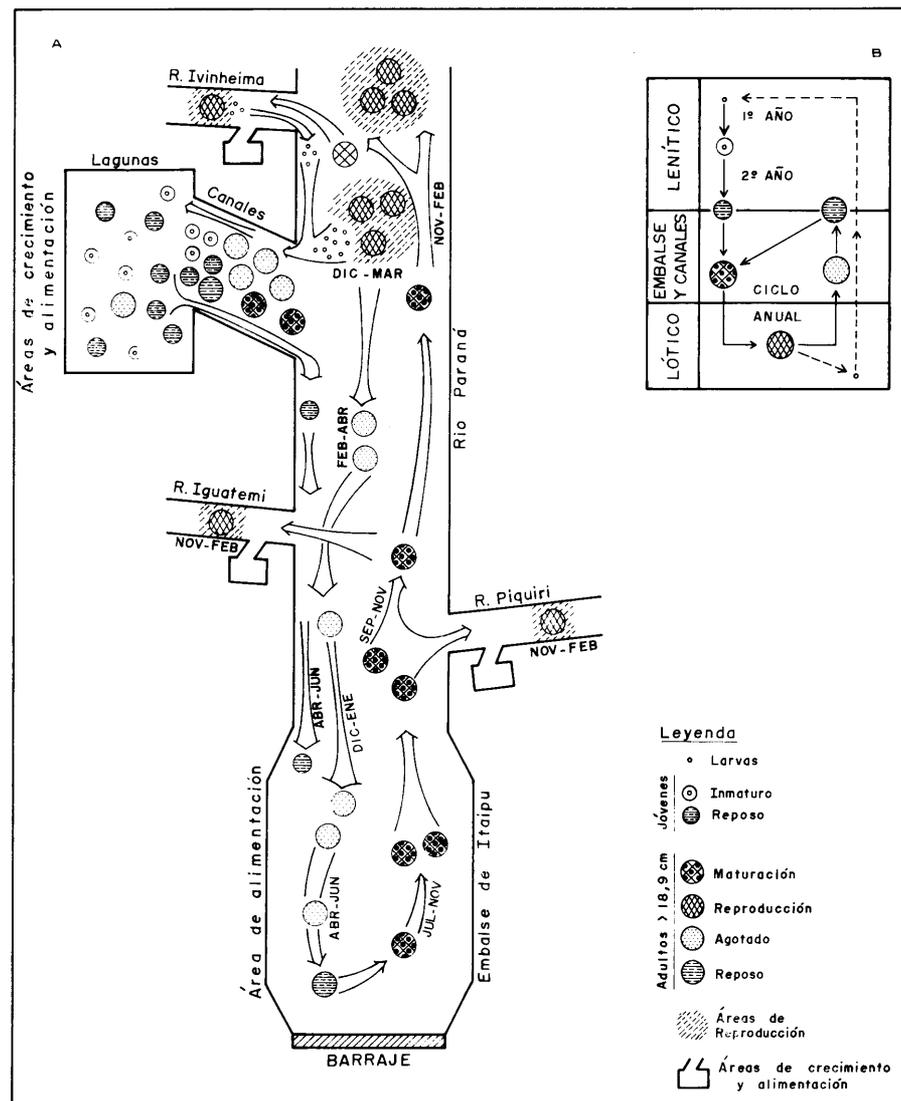


FIG. 7. — Modelo descriptivo del comportamiento de *P. scrofa* en el embalse de Itaipu, río Paraná y sus tributarios y planicie de inundación durante el año (A); Ambientes explotados por *P. scrofa* en las distintas fases de su ciclo de vida (B).
Behavior descriptive model of P. scrofa in the Itaipu Reservoir, in the Paraná River and its tributaries, and the floodplain during the year (A); and environments explored by P. scrofa during the distinct phases of its life cycle (B).

b. el ingreso de las larvas en el área alagada (lagunas y canales marginales), donde se alimentan y crecen hasta alcanzar la maduración ($L_s = 18.9$ cm, edad = 2 años);

c. la evasión de individuos que alcanzaron la maduración de la planicie de inundación, que pasan a integrar el extracto de adultos más viejos que se distribuyen en los ríos y especialmente, en el embalse de Itaipu, donde el pico de reclutamiento es registrado en mayo y junio (Fuem-Itaipu Binacional, 1987);

d. las migraciones reproductivas ascendientes de, por lo menos, parte del extracto adulto del embalse de Itaipu, coincidente con el inicio de la maduración gonadal (septiembre a noviembre);

e. el desove y la posterior migración descendente (marzo a junio), durante la cual hacen incursiones en el área alagada, retornando al embalse donde se alimentan y se preparan para un nuevo ciclo reproductivo.

Las lagunas y canales, ambientes leníticos y semi-leníticos naturales, representan de este modo, áreas de alimentación y crecimiento de los jóvenes hasta la edad de 2 años (criaderas); el embalse, ambiente semi-lenítico artificial, constituye área de alimentación y recuperación de los adultos; los lóticos tienen significado preponderante como área de reproducción (fig. 7B).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Teniendo por base el conjunto de resultados que evidencia ocupación estratificada de los ambientes por ejemplares de *P. scrofa* en distintas fases de su ciclo de vida, la dinámica de su desarrollo gonadal en la región y movimientos poblacionales, se propone un modelo descriptivo, esbozado en la figura 7, tendiendo a explicar el comportamiento de la especie y la utilización que la misma hace de los recursos en los diferentes ambientes de la cuenca del río Paraná, en su trecho arriba de presa del embalse de Itaipu, incluyendo la parte libre del río Paraná, algunos de sus tributarios y su planicie de inundación.

La actividad migratoria de *Prochilodus scrofa* en trechos no regulados de la cuenca del río Paraná fue ampliamente documentada por GODOY (1957, 1959, 1962, 1972, 1975). En el segmento abarcado en este estudio, con una fase lótica moderadamente afectada en su vaciamiento por los represamientos arriba y una fase lenítica y semi-lenítica compuesta por los cuerpos de agua de la planicie de inundación y por el embalse de Itaipu, no existía ninguna información sobre los movimientos migratorios de la especie.

En el río Mogi Guaçu, SCHUBART (1954) y GODOY (1959) registraron migraciones ascendientes de *P. scrofa* a partir del final de agosto y septiembre, iniciando un movimiento opuesto en febrero. *P. lineatus*, con amplia distribución en otras áreas de la cuenca, inicia estos desplazamientos más temprano en el río Pilcomayo (BAYLEY, 1973).

Elevadas frecuencias de ejemplares con gónadas en reposo en el embalse de Itaipu durante el período reproductivo y su participación relativamente alta en la producción de la pesquería profesional que se realiza en esta ocasión y local sugieren que: (1). parte considerable del «stock» no emprende movimientos migratorios, y/o; (2). sus movimientos migratorios son más restringidos y orientados para otros puntos de la cuenca.

El registro de individuos en fases adelantadas de desarrollo gonadal en las proximidades de la desembocadura del río Limoy (región de Santa Helena) (*obs. pers.*) es indicativo de que cardúmenes puedan ascender los mayores tributarios de la margen dere-

cha del embalse, no investigados en este estudio. La multiplicidad de puntos para los cuales los cardúmenes se dirigen durante la migración reproductiva, así como las diferencias marcantes en el trecho recorrido, puede ser evidenciada hasta para aquellos que salen del embalse por su cabecera. Así, cardúmenes que ingresan en el río Piquiri y Iguatemi, ciertamente, se dislocan por distancias menores que otros que suben el río Paraná por más de 400 km antes de entrar en un tributario. BONETTO and CASTELLO (1985) y QUIRÓS (1988), a este propósito, relatan que una alta proporción de *P. platensis* del medio río Paraná realizan apenas movimientos localizados. Para los primeros autores, las poblaciones de peces migratorios se presentarían como integradas por ecotipos distintos: uno con amplios desplazamientos, y otro que se reproduce en un ambiente vital mucho más reducido, aunque ambos requiriendo áreas lóticas para desovar.

El río Piquiri, 30 km arriba de Guaira, donde anteriormente se localizaba la barrera natural de Sete Quedas, no presentaba, según informaciones cogidas en la región, gran aflujo de esta especie, probablemente debido a la posición de su desembocadura en el río Paraná en relación a la distribución de la población arriba de Sete Quedas. Después de la formación del embalse y desaparición del obstáculo natural, y con la dispersión de las formas adultas para el área represada, la especie se hizo abundante en el río Piquiri, particularmente durante el período reproductivo. Es posible, por consiguiente, especular que factores fisiológicos todavía no entendidos lleven grupos de individuos a dislocarse a diferentes distancias y que la distribución de los cardúmenes por el río Paraná y sus afluentes sea aleatoria.

La ocupación de ambientes de la planicie de inundación (lagunas y canales) por los estratos más jóvenes de la población de *Prochilodus*, y del canal del río por los individuos de mayor porte fue relatada por GODOY (1972), TOLEDO F^o (1983) y BONETTO y CASTELLO (1985) para otros segmentos de la cuenca del río Paraná. El área alagable, por la disponibilidad de alimento y abrigo, sería importante en el desarrollo inicial de las formas jóvenes. Los adultos, después del desove, desenvolverían migraciones de retorno a las áreas de alimentación, con entradas ocasionales en la planicie para alimentarse, recomponiendo las energías dispendidas en el proceso migratorio ascendente. El hogar de alimentación sería constituido por el tramo inferior del río.

En el presente estudio los resultados muestran, en líneas generales, tendencias similares. Entretanto, la ocupación del área del embalse de Itaipu, un ambiente artificial que anteriormente se constituía en el límite superior de la distribución de los «stocks» del medio Paraná, como área de alimentación fue

abandonada. La abundancia de vegetación arbórea sumersa, especialmente en la margen derecha donde la pesquería es más abundante (OKADA, *obs. pers.*), que suministró el soporte para el rico perifiton puede tener papel preponderante en la disponibilidad de alimento para las formas adultas.

El confinamiento de las formas jóvenes de esta especie en las lagunas y canales no es, entretanto, un fenómeno de ocurrencia absoluta y permanente. En años de inundaciones excepcionales como los de 1989-90, formas jóvenes pudieron ser registradas en los meses de bajante en, virtualmente, todos los ambientes del trecho estudiado, incluso en el embalse de Itaipu (AGOSTINHO, datos no publ.). Estos registros, además, se limitan a los primeros cuatro meses después del pico de inundación (OKADA, datos no publ.). Niveles bajos de predación en los años de grandes inundaciones, debidos a la

mayor disponibilidad de espacio y abrigo, y el proceso de retracción del agua pueden, eventualmente, explicar la abundancia generalizada de las formas juveniles durante un período limitado.

Así, el embalse de Itaipu, el río Paraná, sus tributarios y su planicie de inundación forman un sistema responsable para el «stock» de *Prochilodus scrofa* explotado en el área del embalse. La manutención de las vías de acceso a los ríos donde ocurre la puesta y la integridad de la planicie de inundación, esencial al desenvolvimiento de las fases jóvenes, posible a través de la suspensión definitiva de la construcción de la hidroeléctrica de Ilha Grande y de una manipulación adecuada de vaciamiento de los embalses arriba, son medidas de elevado significado económico y conservacionista.

Manuscrit accepté par le Comité de rédaction le 15 avril 1993

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAYLEY (P. B.), 1973. — Studies on the migratory Characin *Prochilodus platensis* Holmberg, 1889 (Pisces, Characoi-dei) in the river Pilcomayo, South America. *J. Fish. Biol.*, 5 (1) : 25-40.
- BONETTO (A. A.), 1963. — Investigaciones sobre migraciones de peces en los ríos de la cuenca del Plata. *Cienc. Invest.*, (1/2) : 12-26.
- BONETTO (A. A.) y PIGNALBERI (C.), 1964. — Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de los peces en los ríos mesopotámicos de la Republica Argentina. *Comunicaciones Inali* n° 1, 15 p.
- BONETTO (A. A.), PIGNALBERI (C.), CORDIVIOLA DE YUAN (E.) y OLIVEROS (O.), 1971. — Informaciones complementarias sobre migraciones de peces de la cuenca del Plata. *Physis*, 30 (81) : 505-520.
- BONETTO (A. A.), CANON VERON (M.) y ROLDAN (D.), 1981. — Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de peces en el río Paraná. *Ecosur*, 8 (16) : 29-40.
- BONETTO (A. A.) y CASTELLO (H. P.), 1985. — *Pesca y piscicultura en aguas continentales de America Latina*. Washington, D. C. Secr. General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 118 p.
- Fuem/Itaipu-Binacional, 1987. — *Relatório anual do projeto «Ecologia de peixes no reservatório de Itaipu, nos primeiros anos de sua formação — 4ª etapa. Março de 1985 a Fevereiro de 1986»*. Fundação Universidade Estadual de Maringá, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura. 2 vols, 638 p.
- Fuem/Itaipu-Binacional, 1990 a. — *Relatório anual do projeto «Ecologia de peixes no reservatório de Itaipu, nos primeiros anos de sua formação — 5ª etapa. Março de 1986 a Fevereiro de 1987»*. Fundação Universidade Estadual de Maringá, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura. 3 vols, 480 p.
- Fuem/Itaipu-Binacional, 1990 b. — *Relatório anual do projeto «Ecologia de peixes no reservatório de Itaipu, nos primeiros anos de sua formação — 6ª etapa. Março de 1987 a Fevereiro de 1988»*. Fundação Universidade Estadual de Maringá, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura. 3 vols, 691 p.
- Fuem/Finep, 1989. — *Relatório final do projeto «Estudos limnológicos e ictiológicos na planície de inundação do rio Paraná nas imediações do município de Porto Rico-PR»*. Fundação Universidade Estadual de Maringá, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura. 3 vols, 690 p.
- GODOY (M. P. de), 1957. — Marcação de peixes no rio Mogi Guassu. *Rev. Brasil. Biol.*, 17(4) : 479-490.
- GODOY (M. P. de), 1959. — Age, growth, sexual maturity, behaviour, migration, tagging and transplantation of the curimatá (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) of the Mogi Guassu River, São Paulo State, Brazil. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, 31(3) : 447-477.

- GODOY (M. P. de), 1962. — Marcação, migração e transplantação de peixes marcados na bacia do rio Paraná superior. *Arq. Mus. Nac.*, 52 : 105-113.
- GODOY (M. P. de), 1972. — Brazilian tagging experiments, fishes' migration, and upper Paraná River basin ecosystem. *Rev. Brasil. Biol.*, 32 (4) : 473-484.
- GODOY (M. P. de), 1975. — *Peixes do Brasil. Subordem Characoides. Bacia do rio Mogi Guassu*. Piracicaba, Brasil. Editora Franciscana, 4 vols.
- GOMES (L. C.), AGOSTINHO (A. A.), OKADA (E. K.), NAKATANI (K.) y FERNANDEZ (D. R.), 1989. — «Aspectos da estratificação de jovens e adultos e movimentação de *Prochilodus scrofa* (Osteichthyes, Prochilodontidae), no reservatório de Itaipu e rio Paraná», in *Seminário Regional de Ecologia, 6, São Carlos/SP, 1989. Resumos*. São Carlos, UFSCar/CBS, 1989. p. 91.
- HAYASHI (C.), GOULART (E.), VERISSIMO (S.) y FEDATTO JR. (Z.), 1989. — «Idade e crescimento do curimba *Prochilodus scrofa* (Osteichthyes, Prochilodontidae) no reservatório de Itaipu», in *Congresso Brasileiro de Zoologia, 16, João Pessoa/PB, 1989. Resumos*. Christoffersen, M. L. y Amorim, D.S. (eds), João Pessoa, UFPB, 1989 : 50-51.
- LOWE-McCONNELL (R. H.), 1987. — *Ecological studies in tropical fish communities*. London, Cambridge Univ. Press. 382 p.
- PAIVA (M. P.), 1982. — *Grandes represas do Brasil*. Brasília, DF, Editerra. 304 p.
- PETRERE JR. (M.), 1985. — Migraciones de peces de agua dulce en America Latina : algunos comentarios. *Copescal, Doc. Ocas.*, (1) : 17 p.
- QUIRÓS (R.), 1988. — Resultados del Simposio Internacional sobre grandes rios y su aplicabilidad a los grandes rios de America Latina. *Copescal, Doc. Ocas.*, (5) : 70 p.
- SCHUBART (O.), 1954. — A piracema no rio Mogi Guassu (Estado de São Paulo). *Dusenía*, 5 : 49-59.
- SUREHMA, 1988. — *Relatório do projeto «Estudos limnológicos do reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil, no período de julho de 1986 a julho de 1987»*. Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Paraná.
- TOLEDO Fº (S. de A.), 1983. — Distribuição espacial do curimatá, *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881, do rio Mogi-Guaçu. *Ciênc. e Cull.*, S. Paulo, 35 (8) : 1112-1114.