

*Estudios ictiológicos
en la laguna La Cuarentena
(Isla Carabajal),
río Paraná, Argentina :
Edad y crecimiento del « sábalo »
Prochilodus lineatus (Val.),
período 1984-1985
(Pisces, Curimatidae) (1)*

Claudia CAROZZA (2) y Elly CORDIVIOLA DE YUAN (3)

RESUMEN

El objetivo es conocer la edad y crecimiento del sábalo (Prochilodus lineatus) en la laguna La Cuarentena (31° 45' 15" S - 60° 37' 30" W) y establecer comparaciones entre estas características con otros ambientes lentíticos y lóticos del sistema. Las muestras fueron obtenidas mensualmente entre mayo de 1984 y agosto de 1985. Se capturaron 496 ejemplares, con longitudes entre 33 y 58 cm. La edad se determinó por la lectura de las escamas, midiéndose el radio total y a cada anillo. Se obtuvieron las relaciones entre el largo del pez y el radio de la escama y largo-peso, se estimó la curva teórica de crecimiento y el factor de condición (k). Las edades obtenidas oscilaron entre 2 y 7 años.

PALABRAS CLAVES : Edad y crecimiento — Detritívoro — *Prochilodus lineatus* — Curimatidae — Cypriniformes — Río Paraná — Argentina.

ABSTRACT

ICTHYOLOGICAL STUDIES IN LA CUARENTENA LAGOON (CARABAJAL ISLAND), PARANA RIVER, ARGENTINA :
AGE AND GROWTH OF SÁBALO *PROCHILODUS LINEATUS* (VAL.), PERIOD 1984-1985 (PISCES, CURIMATIDAE)

Age and growth of sábalo (Prochilodus lineatus) have been studied in La Cuarentena Lagoon (31° 45' 15" S - 60° 37' 30" W). Samples were taken monthly, between May 1984 and August 1985. Four hundred and ninety six specimens whose lengths ranked from 33 to 58 cm were examined. Age was estimated by scale reading. Correlations between total length and scale ratio as well as between total length and weight were analyzed. Furthermore, the theoretical growth curve and the condition factor (k) were estimated. Recorded ages ranked from 2 to 7 years.

(1) Seminario de Investigación de la primera autora, 1989, Facultad de Cs. Exactas y Naturales, Univ. Nac. de Mar del Plata, Argentina.

(2) Calle 28 No. 974. Balcarce (Prov. Buenos Aires), R. Argentina.

(3) Investigadora del CONICET, Instituto Nacional de Limnología, J. Macia 1933, 3016 Santo Tome (Santa Fe), R. Argentina.

In the average, females were larger and with less catabolic constant than males. The condition factor decreased in summer and increased in fall-winter.

KEY WORDS : Fresh water — Fish — South America — Growth — *Prochilodus lineatus* — Cypriniformes — Paraná River — Argentina.

RÉSUMÉ

ÉTUDES ICHTYOLOGIQUES DANS LA LAGUNE LA CUARENTENA (ÎLE CARABAJAL), RIVIÈRE PARANÁ, ARGENTINE : ÂGE ET CROISSANCE DU «SABALO» *PROCHILODUS LINEATUS* (VAL.), PÉRIODE 1984-1985, (PISCES, CURIMATIDAE)

L'objectif est de connaître l'âge et la croissance du Prochilodus lineatus dans la lagune La Cuarentena (31° 45' 15" S - 60° 37' 30" W) et d'établir des comparaisons avec d'autres milieux lenitiques et lotiques du Paraná moyen. Les échantillons ont été obtenus mensuellement (mai 1984 - août 1985). On a capturé 496 exemplaires, de longueur comprise entre 33 et 58 cm. L'âge a été déterminé par la lecture des écailles. On a obtenu les relations entre la longueur du poisson et le rayon des écailles et la relation longueur-poids ; on a estimé la courbe de croissance théorique et le coefficient de condition (k). Les âges obtenus sont compris entre 2 et 7 années.

MOTS CLÉS : Age — Croissance — *Prochilodus lineatus* — Cypriniformes — Rivière Paraná — Argentine.

INTRODUCCION

El río Paraná medio forma un extenso valle aluvial en sus 707 km de recorrido y ancho promedio de 1,5 km, donde se aprecian una serie de islas, que contienen una gama diversa de ambientes leníticos y circundadas por una variedad de cursos lóticos (Fig. 1). Todo el sistema se encuentra afectado por el ciclo hidrológico anual, que presenta un periodo de crecida en primavera-verano, inundando las cuencas, y otro de estiaje, en otoño-invierno, que puede provocar el desecamiento total de las lagunas playas de menor tamaño (BONETTO *et al.*, 1969).

Dentro de la trama trófica de este ecosistema, el sábalo (*Prochilodus lineatus*) por ser un pez iliófago, juega un papel preponderante en el proceso de transformación de la materia orgánica (BOWEN *et al.*, 1984). CORDIVIOLA DE YUAN (1971 a) estudiando la edad y crecimiento de *P. lineatus* (Val.) (*P. platensis* Holmberg) de la misma región del valle aluvial del río Paraná, expresa que presenta un rápido crecimiento, sábalos de hasta diez años llegan a 58 cm de longitud total. La población adulta se encuentra en ambientes lóticos donde se reproduce, mientras que los huevos y larvas migran río abajo, entrando los juveniles a las lagunas y zonas de inundación ayudados por la corriente, donde encuentran refugio y alimentación (TABLADO *et al.*, 1988, BONETTO *et al.*, 1969). Por lo tanto, es posible encontrar juveniles (grupos de uno a tres años) en ambientes leníticos de desborde, poblaciones adultas en ambientes lóticos y poblaciones mixtas en lagunas de moderado tamaño (CORDIVIOLA DE YUAN, 1974).

El sábalo es la especie más importante en biomasa de esa área. Las estadísticas de pesca demuestran, además, su importancia económica, ya que representa el mayor porcentaje de la captura total del río Paraná.

En el Instituto Nacional de Limnología se realizó un estudio conjunto, eligiéndose para tal fin, dentro de la isla Carabajal, a la laguna La Cuarentena, en pleno valle de inundación del río Paraná medio. Parte de esa información ya ha sido dada a conocer por TABLADO *et al.*, 1988; OLDANI y TABLADO, 1985; CORDIVIOLA DE YUAN y PIGNALBERI DE HASSAN, 1989.

El objetivo es conocer la edad y crecimiento del sábalo (*P. lineatus*) en la laguna La Cuarentena, ambiente lenítico de grandes dimensiones comunicado con el cauce principal del río Paraná y establecer comparaciones entre estas características, con las de otros ambientes leníticos y lóticos del sistema.

AMBIENTE ESTUDIADO

Esta laguna se encuentra ubicada a los 31° 41' 15" S - 60° 37' 30" W, en la isla Carabajal. Geomorfológicamente se halla en una llanura de avenamiento impedido (IRIONDO, 1972). Presenta numerosos bañados, siendo el cuerpo de agua más grande la laguna La Cuarentena con una superficie de 274,5 ha (obtenida con un nivel hidrométrico en Puerto Paraná de 3,32 m) (Fig. 1).

De acuerdo a la batimetría se reconocen dos zonas : 1) playas (2,5 m de profundidad) que consti-

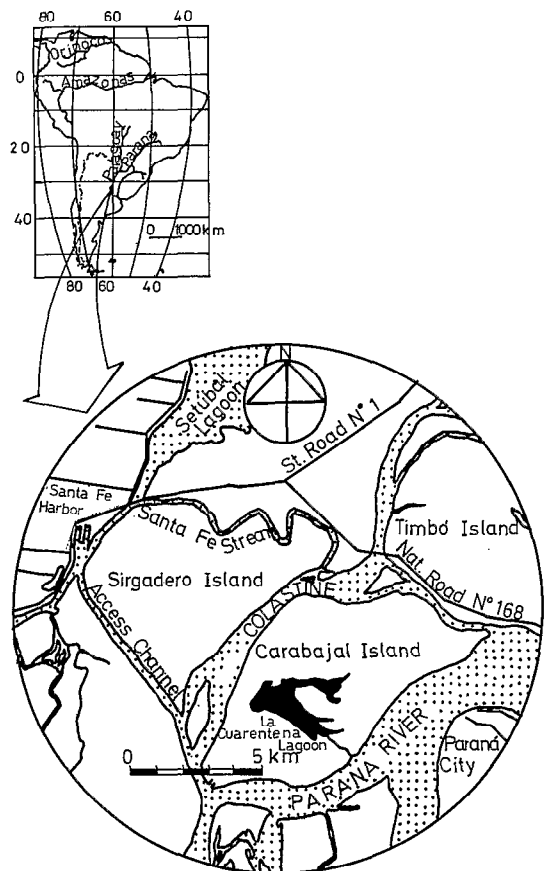


FIG. 1. — Vista de un tramo del valle aluvial del río Paraná, a la altura de la ciudad de Santa Fe, donde se aprecia la isla Carabajal y, en su interior, la laguna La Cuarentena. *The Paraná River alluvial plain, in the region of Santa Fe City, with Carabajal Island, and, inside, La Cuarentena Lagoon.*

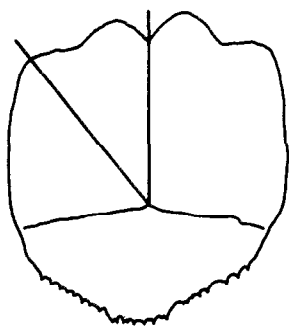


FIG. 2. — Escama de *P. lineatus*, donde se ha indicado el radio (a 38° del eje longitudinal) sobre el que se midieron las escamas (tomado de CORDIVIOLA DE YUAN, 1971). *P. lineatus scale where is indicated the radius (to 38° of the longitudinal axis) on which the scales were measured (from CORDIVIOLA DE YUAN, 1971).*

tuyen el 70 % de la superficie total de la laguna y 2) profundas, cóncavas, de hasta 5 m de profundidad, TABLADO *et al.*, 1988. Según la clasificación de ambientes leníticos en llanuras aluviales elaborada por DRAGO (1976), es una laguna de adosamiento, originándose cuando un tramo del río, situado entre dos islas, es abandonado por procesos de sedimentación en sus extremos. Se encuentra la mayor parte del año comunicada con el cauce principal a través de una conexión temporaria, salvo en períodos de estiajes muy pronunciados (DRAGO, 1981). Al producirse la creciente se establecen además, otros contactos con ambientes leníticos de la isla y lóticos circundantes.

METODOLOGIA DE CAMPO Y DE LABORATORIO

Las muestras fueron extraídas mensualmente de la laguna La Cuarentena, en el periodo comprendido entre mayo de 1984 y agosto de 1985.

Para la captura se utilizó una red tres telas, confeccionada con tres paños, una malla central (10-16 cm de abertura) y dos mallones externos de 45 cm de abertura. Se capturaron 496 ejemplares de tallas comprendidas entre 33 y 58 cm de longitud total.

De cada individuo se registraron: largo total, peso, sexo y estado de madurez. Para la determinación de la edad, se analizaron las escamas obtenidas de un total de 476 ejemplares; las restantes fueron descartadas por deterioro o por presentar signos de regeneración.

La edad se determinó mediante la lectura de escamas, elementos de aposición útil en el caso de esta especie, según CORDIVIOLA DE YUAN (1971a, b; 1974). Fueron extraídas aproximadamente 10 escamas del flanco izquierdo, por encima de la línea lateral y delante de la aleta dorsal. Se colocaron en agua para su maceración, luego fueron lavadas con cepillo de cerdas blandas y por último, secadas entre láminas de papel secante, para ser montadas entre dos portaobjetos. Las escamas regeneradas o latinucleadas no se emplearon en este estudio.

La lectura se realizó con un microscopio de proyección Shadowgraph Nikon con 10 y 20 aumentos, y con un proyector de perfiles Leitz TP 300, con sistema digital adosado.

Conforme a lo adoptado por CORDIVIOLA DE YUAN (*op. cit.*), autora que estudió en detalle la edad de la especie, las escamas se midieron sobre una línea que forma un ángulo de 38° con su eje anteroposterior, registrándose el radio a los diferentes anillos y al borde, obteniéndose luego el radio medio para cada edad (Fig. 2).

Considerando que los incrementos en el largo del cuerpo y el radio de la escama son proporcionales, se puede establecer una relación lineal entre el largo del pez y el radio de la escama (ROUSENFELL y EVERHART, 1960; HOLDEN y RAITT, 1982).

$$L_t = a + b.R_t$$

Siendo a : largo del pez en el momento de formación de la escama; b : la tasa de crecimiento del radio total de la escama (R_t) con respecto a la tasa de crecimiento del largo total del pez (L_t).

Conociendo la constante (a) obtenida de la recta de regresión del radio total en función del largo total, el radio medio medido a cada edad y las tallas de los ejemplares muestreados, se retrocalcularon las tallas para cada año de vida observado, mediante la expresión matemática determinada por LEE (1920) :

$$L_{tn} = a + R_n/R_t (L_t - a_n)$$

Siendo L_{tn} : largo a la edad n ; R_n/R_t la relación entre el radio de la escama a la edad n y el radio total; L_t : largo total; a : longitud a la cual la escama se depositó. El significado biológico de a está ampliamente discutido. Según HILE (1970) sería un valor estadístico y no puede tener interpretación morfológica, lo mismo señalan LARRAÑETA (1967) y ZUÑIGA (1967).

Se promediaron las tallas retrocalculadas a cada edad y por sexos separadamente. A fin de comparar posibles diferencias entre ambos sexos, se aplicó el test de Student para ordenadas y pendientes resultantes de las regresiones del radio total en función del largo total.

El crecimiento absoluto, que refleja el tamaño del pez (L_t) para cada edad (t), fue calculado por la ecuación de VON BERTALANFFY (1934), la más usada en dinámica de poblaciones :

$$L_t = L_\infty(1 - e^{-K(t-t_0)})$$

donde L_∞ es la máxima medida a la cual tiende la longitud del pez, K es la constante de crecimiento y t_0 la edad teórica del pez cuando su tamaño es cero.

Dichos parámetros (L_∞ , K y t_0) fueron estimados empleando la transformación de la ecuación de BERTALANFFY dada por WALDFORD (1946) :

$$L_{t+1} = L_\infty(1 - e^{-K}) + e^{-K} L_t$$

L_t y L_{t+1} son las tallas del pez para las edades t y $t+1$, respectivamente. Estableciendo la relación lineal entre L_{t+1} en función de L_t , se obtiene la ordenada al origen $L_\infty(1 - e^{-K})$ y la pendiente e^{-K} ; de esta manera son despejados los valores de L_∞ y K .

Para estimar t_0 se empleó el método de BEVERTON (1954) partiendo de :

$$\ln(L_\infty - L_t) = (\ln L_\infty K.t_0) - K.t$$

Haciendo la regresión del $\ln(L_\infty - L_t)$ en función de t , se obtiene el valor de la ordenada al origen : $\ln L_\infty.K.t_0$, donde se despeja t . Los parámetros L_∞ , K y t_0 , se calcularon a partir de las tallas observadas y de las retrocalculadas.

Se estimó la relación largo-peso para cada sexo y para la totalidad de los ejemplares aplicando la siguiente ecuación :

$$P = cL_t^n$$

donde P : peso en g; L_t : longitud total (tomada desde el extremo anterior del hocico al extremo posterior de la aleta caudal con sus lóbulos acercados levemente en la línea media) en cm; c y n : constantes; la última indica las variaciones del peso con respecto a la longitud. Ambas se estimaron por el método de cuadrados mínimos.

El estado de bienestar de los peces, se determinó mediante el factor de condición (k), mediante la ecuación :

$$k = \frac{100.P}{L_t^3}$$

siendo L_t : largo total en cm y P : peso en g.

Se agruparon los valores k obtenidos por mes de captura y por sexo.

RESULTADOS

Edad

Para la determinación de la edad se contaron los *annulus* o anillos verdaderos, que corresponden a la marca anual según lo determinó CORDIVIOLA DE YUAN (1971 a). Se consideran tales marcas, a las continuas a través de todo el campo de la escama (Fig. 3 y 4).

En general, en casi todas se observó una zona central desgastada (que no corresponde a escamas regeneradas) que en ciertos casos dificultó la observación y medición de la distancia a la primera marca anual. Otro inconveniente fue la presencia de anillos dobles generalmente presentes después del segundo año de vida, lo que prodría deberse a procesos reproductivos y/o migratorios.

Los peces de ambos sexos capturados en cada mes, se agruparon en clases de edad. Puede apreciarse que se encontraron grupos de 2 a 7 años, con predominio de los de 4 y 5 (Fig. 5). Si bien el número de ejemplares capturados en cada mes es bajo, parecería existir una tendencia, en los meses de primavera-verano, a disminuir la frecuencia de los peces de edad 3, con aumento de los de 6 y 7 años. Este hecho coincidiría con lo conocido sobre aspectos reproductivos de la especie en el sentido de que en el cauce se

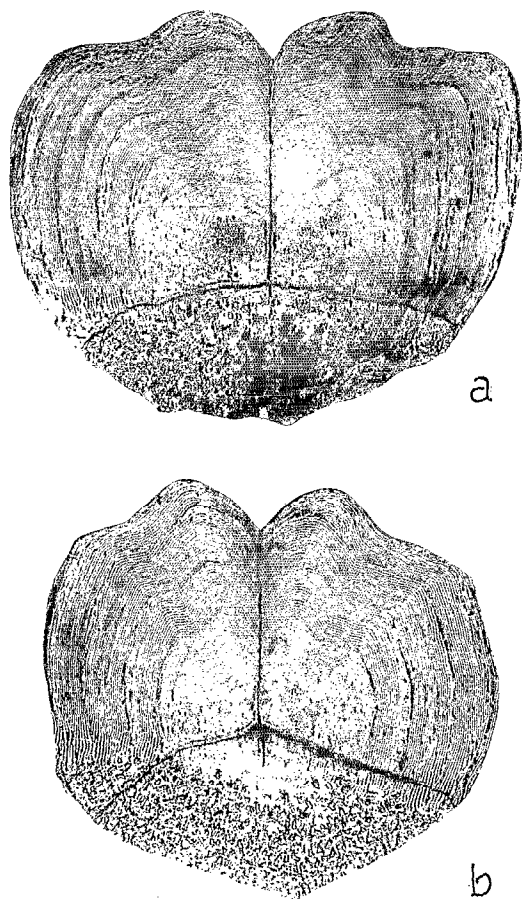


FIG. 3. — a : Escama de sábalo N° 21 213, hembra, con seis marcas anuales, largo total : 48 cm y radio total de la escama : 11,2 mm, capturada el 30 de octubre de 1984. b : ídem del N° 20 495, macho, con cinco marcas anuales, largo total : 43 cm y radio total de la escama : 8,4 mm, capturado el 5 de agosto de 1984.

a : Scale of the sábalo N° 21,213, female, with six annuli, total length : 48 cm and total radius of the scale : 11,2 mm, caught on October 30, 1984. b : ídem of N° 20,495, male with five annuli, total length : 43 cm and total radius of the scale : 8,4 mm, caught on August 5 of 1984.

encontrarían los ejemplares más longevos que entrarían a lagunas de este tipo a alimentarse. En los meses de otoño-invierno, dichos guarismos se invierten, siempre predominando los de 4 y 5 años (Fig. 6).

Relación radio escama - longitud total del pez

Para el retrocálculo, se efectuó la regresión lineal del radio total de la escama en función del largo total

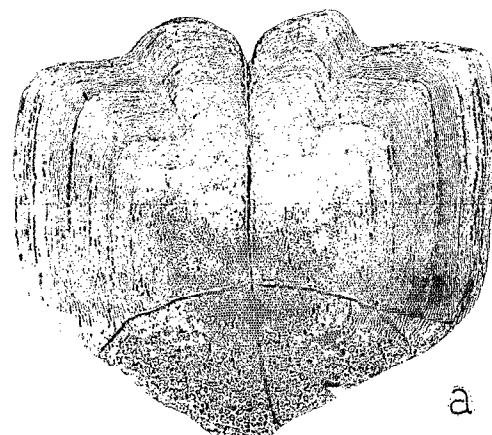


FIG. 4. — a : Escama del sábalo N° 20 250, hembra, con seis marcas anuales, largo total : 48 cm y radio total de la escama : 11,0 mm, capturado el 23 de mayo de 1984. Se indica con b, la zona central desgastada.

a : Scale of sábalo N° 20,250, female, with six annuli, total length : 48 cm and total radius of the scale : 11,0 mm, caught on May 23 of 1984. The central deteriorated zone is indicated with b.

para ambos sexos y la totalidad de los ejemplares (Fig. 7).

Los valores de a serían más altos que lo esperable, puede ser debido a que no se contó con individuos de longitudes menores a los 33 cm.

Para comparar los valores de las regresiones entre sexos, en primer lugar se aplicó un test de varianzas de error (VAEER), a través del cual resultaron ser heterogéneas, con un F crit. (0,05) = 1,29 y F obs. = 1,65. A continuación se compararon ordenadas y pendientes, mediante un test de igualdad de pendientes (TIPE) y análisis de covarianza (ACE).

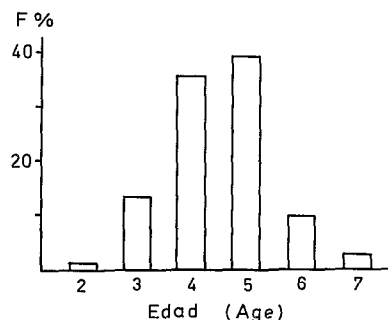


FIG. 5. — Distribución de frecuencias de las clases de edad (en porcentaje) del total de los ejemplares estudiados. Frequency distribution (percentage) of age classes for all the fish studied.

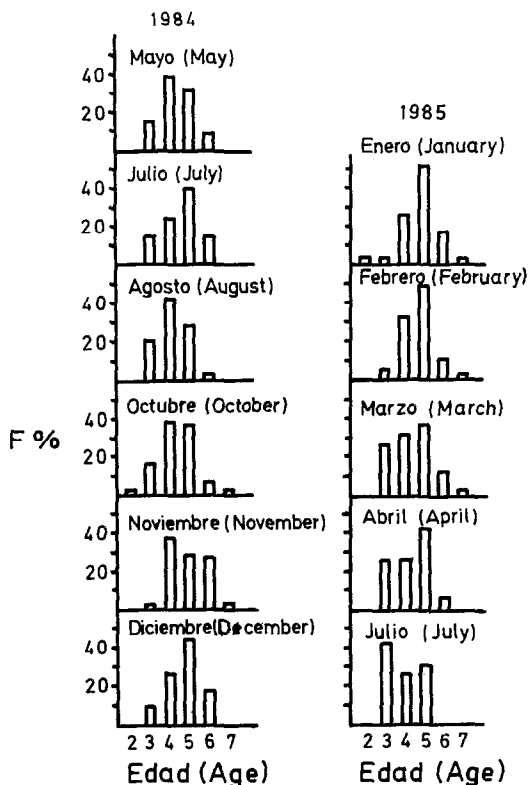


FIG. 6. — Distribución de frecuencias de las clases de edad por mes de captura (mayo 1984-julio 1985).
Frequency distribution of age classes for the fish studied, May 1984 to July 1985.

Los resultados arrojaron diferencias no significativas entre los dos sexos, siendo :

T crit. (0,05) = 2,57 y T obs. = 1,37 para las pendientes, T crit. (0,01) = 2,57 y T obs. = 2,15 para las ordenadas.

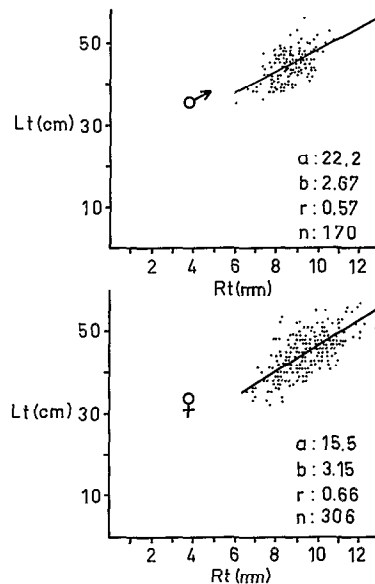


FIG. 7. — Relación largo total del pez (Lt) — radio total de la escama (Rt), para machos y hembras.
Total length (Lt) — scale total radius (Rt) relationship for males and females.

Por lo tanto, no existirían diferencias entre ambos sexos en lo que se refiere a la relación radio de la escama-longitud total del pez.

Analizando las tallas retrocalculadas por el método de R. LEE (Tabla I), se observa que están sobrestimadas para los dos primeros años, siendo atribuible a que no se cuenta con datos de longitudes inferiores a los 33 cm para los machos y 36 cm para las hembras, lo que podría influir en los retrocálculos a edades inferiores. Los valores retroestimados para los ejemplares de mayor talla, en especial los que

TABLA I

Radio medio de la escama (R), largos totales retrocalculados (Lt_r), largos totales calculados a partir de los parámetros de crecimiento — obtenidos de las tallas retrocalculadas — número de ejemplares (N) y varianza (S), para cada clase de edad, estimados para todos los ejemplares, así como para machos y hembras separadamente

Mean scale total radius (R), back calculated total length (Lt_r), total length calculated through the growth parameters — obtained from the back calculated lengths —, number of fish (N) and variance (S), for each age class, estimated for all the fish, as well as for males and females, separately

| E | Total | | | | | Machos | | | | | Hembras | | | | |
|-----|-------|-----------------|-----------------|-----|------|--------|-----------------|-----------------|-----|------|---------|-----------------|-----------------|-----|------|
| | R | Lt _r | Lt _c | N | S | R | Lt _r | Lt _c | N | S | R | Lt _r | Lt _c | N | S |
| I | 4,0 | 28,5 | 28,7 | 420 | 1,53 | 3,7 | 32,3 | 31,7 | 125 | 2,51 | 4,0 | 27,8 | 27,2 | 295 | 1,57 |
| II | 6,2 | 35,4 | 35,2 | 475 | 3,72 | 5,5 | 36,6 | 36,9 | 180 | 2,62 | 6,1 | 34,4 | 33,6 | 295 | 2,16 |
| III | 7,8 | 39,4 | 39,6 | 475 | 3,03 | 7,0 | 40,8 | 40,5 | 188 | 3,48 | 7,6 | 39,0 | 38,4 | 288 | 2,87 |
| IV | 9,0 | 42,0 | 42,6 | 451 | 3,68 | 7,9 | 43,1 | 42,9 | 165 | 3,87 | 8,7 | 42,7 | 42,0 | 286 | 3,08 |
| V | 9,5 | 44,2 | 44,7 | 265 | 3,72 | 8,7 | 45,2 | 44,6 | 98 | 4,50 | 9,4 | 44,7 | 44,7 | 167 | 3,42 |
| VI | 9,8 | 45,8 | 46,1 | 45 | 4,00 | 9,1 | 46,3 | 45,8 | 8 | 4,51 | 10,1 | 47,3 | 46,7 | 37 | 3,53 |
| VII | 10,5 | 47,3 | 47,1 | 7 | 4,21 | 9,2 | 46,6 | 46,6 | 3 | 4,70 | 10,6 | 48,8 | 48,2 | 4 | 3,59 |

TABLA II

Clave largo-edad de *Prochilodus lineatus* de la Laguna La Cuarentena

Lt : largo medio para cada edad ; s : dispersión y N : número de ejemplares

Key age-length of *Prochilodus lineatus* of La Cuarentena Lagoon

Lt : medium length for each age ; s : dispersion and N : number of fish

| Clase Lt | Edades | | | | | | | N |
|----------|--------|------|------|------|------|------|------|----|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
| 32-32,9 | | 1 | | | | | | 1 |
| 33-33,9 | | 3 | | | | | | 3 |
| 34-34,9 | 1 | 2 | | | | | | 3 |
| 35-35,9 | | 2 | | | | | | 2 |
| 36-36,9 | | 1 | 2 | | | | | 3 |
| 37-37,9 | | 6 | 2 | | | | | 8 |
| 38-38,9 | 1 | 2 | 7 | 1 | | | | 11 |
| 39-39,9 | 2 | 13 | 11 | 4 | | | | 30 |
| 40-40,9 | | 6 | 16 | 2 | | | | 24 |
| 41-41,9 | 1 | 9 | 14 | 9 | | | | 33 |
| 42-42,9 | | 10 | 14 | 5 | | | | 29 |
| 43-43,9 | | 3 | 16 | 7 | | | | 26 |
| 44-44,9 | | 3 | 16 | 16 | | | | 35 |
| 45-45,9 | | 2 | 11 | 16 | 1 | | | 30 |
| 46-46,9 | | 1 | 16 | 22 | 1 | 1 | | 41 |
| 47-47,9 | | | 16 | 25 | 8 | 2 | | 51 |
| 48-48,9 | | 1 | 14 | 28 | 4 | | | 47 |
| 49-49,9 | | 1 | 11 | 25 | 4 | | | 41 |
| 50-50,9 | | | 3 | 13 | 8 | 1 | | 25 |
| 51-51,9 | | | 1 | 10 | 6 | 2 | | 19 |
| 52-52,9 | | | 2 | 6 | 2 | 1 | | 11 |
| 53-53,9 | | | | 4 | 5 | 3 | | 12 |
| 54-54,9 | | | | | 3 | 2 | | 5 |
| 55-55,9 | | | | 1 | | | | 1 |
| 56-56,9 | | | | | 1 | 2 | | 3 |
| 57-57,9 | | | | | | 1 | | 1 |
| Lt | 38,4 | 39,9 | 43,8 | 47,0 | 50,6 | 50,8 | | |
| S | 2,38 | 2,93 | 3,62 | 3,02 | 3,09 | 2,96 | | |
| N | 5 | 66 | 172 | 195 | 45 | 12 | 495* | |

(*) Incluye todos los ejemplares analizados

corresponderían al grupo de 7 años, resultan ser más bajos que lo esperado debido a la poca representación de tales edades.

Si bien no existen marcadas diferencias entre los dos sexos, las hembras alcanzarían tallas ligeramente superiores al avanzar la edad, reflejándose igualmente en los valores mayores del radio.

Crecimiento

A partir de las tallas medias obtenidas por la lectura de las escamas (Tabla II) se estimaron los siguientes parámetros de crecimiento :

| | Machos | Hembras | Totales |
|----------------|--------|---------|---------|
| L _∞ | 51,2 | 53,5 | 53,6 |
| K | 0,45 | 0,40 | 0,40 |
| t ₀ | -0,31 | 0,13 | -0,11 |

TABLA III

Longitud total observada (Lt_o), longitud calculada a partir de los parámetros de crecimiento obtenidos de las tallas observadas (Lt_c) y número de ejemplares de *Prochilodus lineatus* (N) por clase de edad (E)

Total length observed (Lt_o), calculated length from the growth parameters obtained of the observed length (Lt_c) and number of fish (N) of *Prochilodus lineatus* by age class (E)

| E | N | Total | | Machos | | Hembras | | | |
|-----|-----|-----------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|
| | | Lt _o | Lt _c | N | Lt _o | Lt _c | N | Lt _o | Lt _c |
| I | | | 19,2 | | | 22,8 | | | 19,4 |
| II | 5 | 38,3 | 30,5 | 1 | 39,0 | 33,0 | 4 | 38,1 | 30,6 |
| III | 66 | 39,6 | 38,1 | 20 | 40,3 | 39,6 | 46 | 39,6 | 38,1 |
| IV | 172 | 43,8 | 43,2 | 77 | 43,9 | 43,8 | 95 | 43,8 | 43,2 |
| V | 195 | 47,0 | 43,2 | 86 | 46,3 | 46,5 | 109 | 47,2 | 46,6 |
| VI | 45 | 50,6 | 48,9 | 4 | 49,5 | 48,2 | 41 | 50,7 | 48,9 |
| VII | 12 | 50,7 | 50,4 | 2 | 49,5 | 49,3 | 10 | 50,9 | 50,4 |
| | 495 | | 190 | | | 305 | | | |

Con dichos parámetros se obtuvieron los largos calculados (Tabla III). De la misma manera se procesaron las tallas medias retrocalculadas, con los siguientes resultados :

| | Machos | Hembras | Totales |
|----------------|--------|---------|---------|
| L _∞ | 48,4 | 52,7 | 49,2 |
| K | 0,37 | 0,29 | 0,38 |
| t ₀ | 1,90 | -1,50 | -1,30 |

Con estas constantes de crecimiento fueron estimadas las tallas y fue posible trazar la curva de crecimiento (Fig. 8).

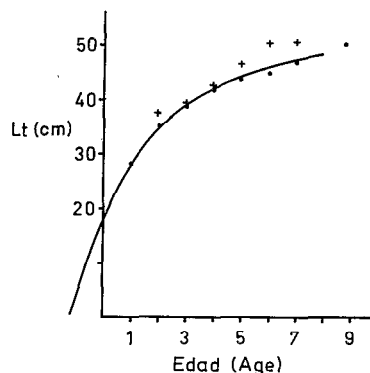


FIG. 8. — Curva teórica de crecimiento. Las cruces representan las tallas observadas y los puntos las tallas retrocalculadas. Calculated growth curve. Crosses show observed length and points are retrocalculated lengths.

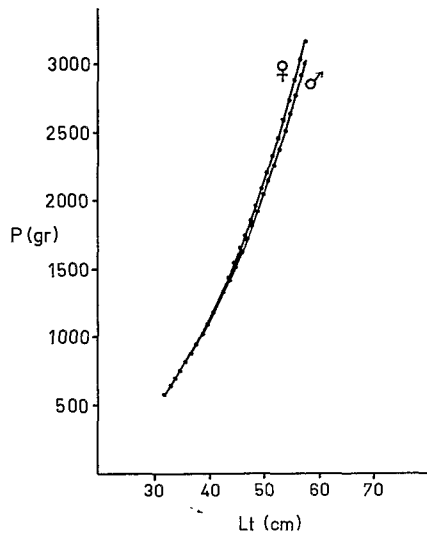


FIG. 9. — Relación longitud total — peso para machos y hembras.
Total length-weight relationship, for males and females.

Relación largo-peso

Se estimaron las constantes de la relación largo-peso para cada sexo, con los siguientes resultados :

| | Machos | Hembras | Totales |
|---|--------|---------|---------|
| c | 0,042 | 0,031 | 0,034 |
| n | 2,75 | 2,85 | 2,81 |
| r | 0,88 | 0,91 | 0,90 |

El n inferior, que corresponde a machos, indica que presentan un peso relativamente menor al de las hembras a una misma longitud, destacándose esta

TABLA IV

Pesos estimados por sexo y clase de longitud
Estimated weight for each length-class and by sex

| Punto medio clase | Hembras | | Machos | |
|-------------------|---------|----------|--------|----------|
| | F | Peso (g) | F | Peso (g) |
| 33 | 3 | 641 | 3 | 649 |
| 35 | 3 | 733 | 2 | 755 |
| 37 | 5 | 843 | 6 | 848 |
| 39 | 22 | 1031 | 19 | 1029 |
| 41 | 31 | 1188 | 26 | 1181 |
| 43 | 38 | 1361 | 17 | 1347 |
| 45 | 34 | 1548 | 31 | 1504 |
| 47 | 52 | 1758 | 40 | 1738 |
| 49 | 50 | 2050 | 38 | 1869 |
| 51 | 41 | 2210 | 3 | 2064 |
| 53 | 20 | 2420 | 3 | 2388 |
| 55 | 5 | 2724 | 1 | 2651 |
| 57 | 2 | 3054 | 2 | 2932 |

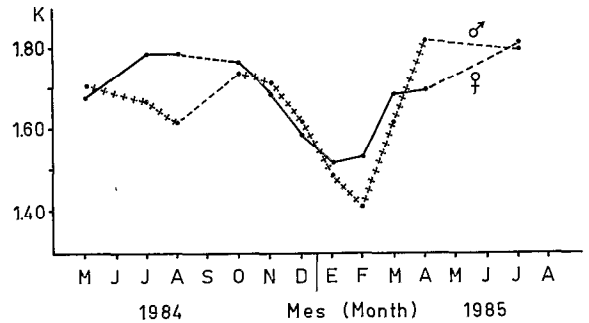


FIG. 10. — Factor de condición (k), por mes de captura, para machos y hembras.
Condition factor (k), by month, for males and females.

diferencia para las mayores tallas (Fig. 9). Además, se hace evidente que las hembras alcanzan mayor peso (Tabla IV).

Factor de condición k

Los valores del factor de condición k, promediados mensualmente a través del período de estudio, señalan que el mínimo para las hembras se registró en enero y el máximo en julio, y para los machos el mínimo en febrero y el máximo en abril.

Analizando los valores correspondientes a hembras, se observa que comienzan a decrecer en octubre, alcanzando el mínimo en enero y luego ascienden hasta marzo. Para los machos, el descenso de dicho valor es más pronunciado, bajando desde octubre a febrero y alcanzando el máximo en abril (Fig. 10). Teniendo en cuenta que en esos meses se produce la puesta, los valores de k serían un reflejo de dicho fenómeno.

DISCUSION

Los ambientes que integran el valle aluvial del Paraná medio y sus comunidades están fuertemente influenciadas por el ciclo hidrológico. Cuando se producen rápidos ascensos de las aguas, normalmente en verano, con altas temperaturas, los sábalos de las lagunas saldrían al río a desovar. Posteriormente, larvas y juveniles ingresarían a los ambientes leníticos inundados por la creciente. En periodos de estiaje muy pronunciados, muchas lagunas suelen secarse y otras pierden contacto con los ríos (BONETTO *et al.*, 1970 y 1969; CORDIVIOLA DE YUAN, 1974; TABLADO Y OLDANI, 1984).

Resulta interesante comparar los resultados obtenidos en el presente trabajo con aquellos dados a

conocer por diversos autores que han trabajado en ambientes leníticos del Paraná medio, analizando especialmente las poblaciones de sábalo.

Dentro del área denominada Santa Fe, en la isla Los Sapos, las lagunas son temporarias, es decir que anualmente se secan en periodos de bajantes pronunciadas (primavera). En general, se registran poblaciones de pequeños ejemplares correspondientes a individuos de menos de un año, estando los grupos de 1, 2, y 3 años poco representados. En la isla El Vado, se investigaron lagunas de mayor volumen, que no alcanzan a secarse totalmente. Se hallaron sábalos de hasta dos años. En estas islas, se dan poblaciones de pequeños ejemplares procedentes de desoves efectuados en el río, que en el momento de la inundación invaden las lagunas.

Dentro de la isla Carabajal (donde se halla ubicada la laguna La Cuarentena), se estudiaron previamente otros dos ambientes: el madrejón El Negro (de 15 ha de superficie y una profundidad media de 1,40 m) y la laguna La Mira (de la misma superficie con una profundidad de 2,60 m). En el primero, cuenca estrecha, alargada y poco profunda, se hallaron individuos de 17 a 45 cm (1 a 5 años), con máxima frecuencia a los 35 cm, lo que es frecuente en ambientes de estas características. En la segunda, ambiente que nunca se seca totalmente y relativamente profunda, se presentaron sábalos de hasta 5 años.

En la laguna El Alemán, ambiente permanente típico, se dieron máximas frecuencias en la clase de edad tres.

En otras áreas, como la denominada Corrientes, en lagunas de las islas Noguera y Palomera, los ejemplares muestreados en cinco ambientes no sobrepasaron el primer año de vida.

En el Área San Nicolás - Villa Constitución, en las islas Lechiguanas y Catáneo se investigaron ocho cuerpos de agua, con juveniles de *P. lineatus* de menos de un año.

Se dispone de información, además, de tres ambientes vinculados al río Paraguay inferior. En las cuencas más chicas, los sábalos tenían menos de un año y en la laguna La Oca, de mayor dimensión, sobrepasaban los 30 cm de longitud con edades estimadas entre 3 y 5 años.

En ambientes lóticos, como es el caso de los ríos Coronda y Colastiné, predominaron los grupos de edad 5. En general estos ambientes, están habitados por poblaciones adultas que frecuentan los ríos con fines reproductivos y migratorios (CORDIVIOLA DE YUAN, 1971 a; TABLADO *et al.*, 1984).

Como se expresara, los resultados obtenidos por la lectura de escamas en esta laguna indican que los sábalos tenían entre 2 y 7 años de edad, con predominio de las clases 4 y 5. Estos resultados son similares a los obtenidos por TABLADO *et al.*, 1988, en un

trabajo efectuado en la misma laguna, pero en otro periodo de trabajo y a través de estimaciones indirectas de edad (empleando ecuaciones obtenidas para esta especie), encontrando que las edades oscilaban entre 2 y 10 años, con una moda a los 4 y 5 años.

Comparando los parámetros de crecimiento obtenidos de las tallas observadas $L_{\infty} = 53,6$ y $K = 0,40$ con los valores de $L_{\infty} = 62,63$ y $K = 0,24$ encontrados por CORDIVIOLA DE YUAN (1971 a), se apreciaría un crecimiento menor para los individuos de La Cuarentena. Esto puede atribuirse a que se contó con un menor rango de longitudes observadas, de 33 a 57 cm, con baja frecuencia de tallas extremas, mientras que en el segundo caso se contó con ejemplares entre 3 y 67 cm. Aquel estrecho rango de longitudes observadas también influyó en las tallas retroestimadas, a partir de las cuales se obtuvieron parámetros de crecimiento aún menores.

CONCLUSIONES

Debido a la alta frecuencia de tallas grandes muestreadas, los largos retrocalculados de las edades inferiores resultaron ser superiores a los esperados.

Los parámetros de crecimiento hallados de las tallas retrocalculadas demuestran ser menores que los calculados con tallas observadas, debido a que los largos medios retrocalculados a cada clase de edad fueron menores que los largos medios observados, especialmente en las clases superiores (5, 6 y 7 años).

Al comparar los sexos se evidencia que las hembras presentan un mayor L_t y menor constante catabólica que los machos. Si bien la comparación de los estimadores de la regresión del radio total en función del largo total arrojó diferencias poco significativas, las hembras alcanzarían tamaños y pesos ligeramente mayores, lo que queda demostrado al analizar la relación largo total-peso, según sexos.

El factor de condición k disminuye en verano, reflejando el proceso de reproducción, y aumenta en otoño-invierno por incremento del peso corporal, encontrándose la mayoría en reposo gonadal.

Al comparar los sábalos de la laguna La Cuarentena con otros ambientes leníticos que componen el valle aluvial del río Paraná, se observa que no se han encontrado individuos pequeños, generalmente presentes en lagunas de desborde. La alta frecuencia de ejemplares de 4 y 5 años, demuestra que es una laguna que alberga individuos adultos de la especie, posiblemente debido a sus dimensiones, su conexión permanente con el cauce principal del río Paraná y a sus características geomorfológicas. De tal forma, los individuos entrarían a alimentarse, si bien no a reproducirse, ya que estos fenómenos se producen en

los ambientes lóticos aledaños, en este caso, cauce principal.

Dada la complejidad del sistema de un río de llanura, con lagunas de diversas características y cursos lóticos, en una etapa próxima de investigación, se ha programado realizar un estudio completo de la edad de la especie. Para tal fin se analizarán individuos que cubran el rango completo de longitudes, desde juveniles (abarcando el momento en que aparecen las escamas) hasta los de máxima longevidad, lo que obviamente supone considerar capturas hechas en distintos ambientes del valle.

AGRADECIMIENTOS

A la Prof. Bertla COUSSEAU y a la Lic. Carmen COTRINA por su asesoramiento y aliento permanente. Al personal del INALI y del INIDEP que de alguna manera brindaron su apoyo y especialmente al Bioq. Roberto C. RODRIGUEZ por su aporte en computación (calculos estadísticos y procesadores de textos).

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 15 février 1991

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BERTALANFFY (L. von), 1934. — Untersuchungen "über die Gesetzlichkeit des Wachstums". I. Allgemeine Grundlagen der Theorie. *Arch. Entw. Mech. Org.* 131 : 613-653.
- BONETTO (A. A.), CORDIVIOLA DE YUAN (E. A.), PIGNALBERI (C.) y OLIVEROS (O.), 1969. — Ciclos hidrológicos del río Paraná y las poblaciones de peces contenidas en las lagunas temporarias de su valle de inundación. *Physis* 29 (78) : 213-223.
- BONETTO (A. A.), CORDIVIOLA DE YUAN (E. A.), PIGNALBERI (C.) y OLIVEROS (O.), 1970. — Nuevos aportes al conocimiento de las poblaciones ícticas en cuencas temporarias del valle de inundación del Paraná medio. *Acta Zool. Lilloana* 27 : 135-153.
- BOWEN (S.), BONETTO (A. A.) y AHLGREN (C.), 1984. — Microorganism and detritus in the diet of typical neotropical riverine detritivore (*Prochilodus platensis*) (Pisces Prochilodontidae). *Limnol. Oceanogr.* 29 : 1120-1122.
- CORDIVIOLA DE YUAN (E.), 1971a. — Crecimiento de peces del Paraná medio. I. «Sábalo» (*Prochilodus platensis* Holmberg) (Pisces, Tetragonopteridae). *Physis* 30-31 : 483-504.
- CORDIVIOLA DE YUAN (E. A.), 1971b. — La edad en los peces. Su determinación en especies del Paraná medio. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 5 : 53-69.
- CORDIVIOLA DE YUAN (E. A.), 1974. — Las poblaciones de sábalo (*Prochilodus platensis*) en ambientes leníticos del valle de inundación del Paraná (Pisces, Tetragonopteridae). *Physis* 33 (87) : 217-137.
- CORDIVIOLA DE YUAN (E. A.) y PIGNALBERI DE HASSAN (C.), 1989. — Ichthyological studies in La Cuarentena Lagoon (Carabajal Island), Paraná River : Density of *Prochilodus platensis* Holmberg. *Hydrobiologia*. 183 : 43-46.
- DRAGO (E.), 1976. — Origen y clasificación de ambientes leníticos en llanuras aluviales. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*. 7 : 123-137.
- DRAGO (E.), 1981. — Grados de conexión y fases hidrológicas en ambientes leníticos de la llanura aluvial del río Paraná (Argentina). *Ecologia* 6 : 27-35.
- HILE (R.), 1970. — Body scales relation and calculation of growth in fishes. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 3 : 468-474.
- HOLDEN (M.) y RAITT (D.), 1982. — Métodos de recolección y análisis de datos de tallas y edad para la evaluación de poblaciones de peces. FAO, *Circular de Pesca* 736 : 101 p.
- IRIONDO (M.), 1972. — Mapa geomorfológico de la llanura aluvial del río Paraná desde Helvecia hasta San Nicolás, República Argentina. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* 27 : 155-160.
- LARRAÑETA (A.), 1967. — Crecimiento en las costas de Castellón. *Inv. Pesquera* 27 : 121-146.
- LEE (Rosa M.), 1912. — An investigation into the methods of growth determination in fishes. *Conseil Expl., Publ. de Circonstance* N° 63, 35 p.
- OLDANI (N.) y TABLADO (A.), 1985. — Dinámica temporal de pequeños peces de agua libre en la laguna La Cuarentena (Isla Carabajal, río Paraná medio). *St. Neotropical Fauna and Environment* 20 (1) : 49-58.
- PIGNALBERI (C.), 1965. — Evolución de las gonadas en *Prochilodus platensis* y ensayo de clasificación de los estados sexuales (Pisces, Characidae). *Ann. II, Cong. Lat. Amer. Zool. São Paulo (Brasil)* 2 : 2034-2038.
- ROUSENFELL (G.) y EVERHART (W.), 1960. — Ciencia de las pesquerías. Sus métodos y aplicaciones. Salvat, Barcelona, 491 p.
- TABLADO (A.) y OLDANI (N.), 1984. — Consideraciones gene-

rales sobre las migraciones de peces en el río Paraná. *Bol. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 4 (3) : 31-34.

TABLADO (A.), OLDANI (N.), ULIBARRIE (L.) y PIGNALBERI DE HASSAN (C.), 1988. — Dinámica temporal de la taxocenosis de peces de una laguna aluvial del río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. trop.* 21 (4) : 335-348.

VIDAL (J.), 1967. — Contribución al estudio biológico del sábalo de los ríos Paraná y Uruguay (*Prochilodus platensis*). Dir. Gen. Pesca y Cons. Fauna. Depto. Inv. Pesq. Buenos Aires, 51 p.

WALDFORD (L. A.), 1946. — A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. mar. biol. Lab. Woods Hole* 90 : 141-147.

WEATHERLEY (A. H.), 1972. — Growth and Ecology of fish population. Academic Press, 293 p.

ZUÑIGA (L.), 1967. — Estudio de Boop boop del levante español. *Inv. Pesquera*, 31 (3) : 383-318.