



COMPORTAMIENTO Y CRECIMIENTO DE *Prochilodus lineatus* (Pisces, Curimatidae) EN CONDICIONES CONTROLADAS *

María Julieta Parma de Croux **

Instituto Nacional de Limnología (INALI)
J. Maciá 1933 - 3016 Santo Tomé (S. Fe)
Argentina.

RESUMEN. El trabajo tuvo por objeto analizar el comportamiento y crecimiento de juveniles de *Prochilodus lineatus* en un estanque de cultivo con abono orgánico y sin alimentación suplementaria, durante 391 días de ensayos. Los peces fueron sembrados a una densidad inicial de 3,2 peces/m². Al inicio del experimento los peces presentaban una longitud estándar media de 65,6 mm, alcanzando al término del mismo 117 mm y 35,7 g de peso medio. La producción total fue de 1.070 kg/ha/año. Los incrementos medios en peso y longitud, calculados para todo el período experimental fueron de 0,09 g/día y 0,14 mm/día, respectivamente. La alta carga inicial del estanque podría haber sido la causa de los bajos incrementos diarios obtenidos.

ABSTRACT. Behavior and growth of *Prochilodus lineatus* (Pisces, Curimatidae) under controlled conditions.

The purpose of this work was the analysis of the behavior and growth of *Prochilodus lineatus* in a concrete pond, with organic fertilization and without supplemental feed during 391 days of trials. Fish were stocked at the density of 3.2 fish/m². They showed at the beginning of the experiment 65.6 mm in standard mean length, reaching at the end 117 mm and 35.7 g in mean weight. The total production was 1,070 kg/ha/year. The average increment values of weight and length were 0.09 g/day and 0.14 mm/day, respectively. The high initial density may be the reason of low day increments.

* Subvencionado por el Proyecto de Investigación y Desarrollo del CONICET (P.I.D. N° 100200/85).

** Investigador del CONICET.

INTRODUCCION

El género *Prochilodus*, de amplia distribución en América Latina, es uno de los más prolíficos y productivos en esta región, donde es utilizado como alimento para poblaciones locales (Lovshin *et al.* 1980). Sus especies proporcionan, seguramente, más de la mitad del total de la ictiomasa de los peces que registran los grandes sistemas fluviales de la Subregión Brasileña de América del Sur (Bonetto y Castello, 1985).

Por pertenecer a un bajo nivel trófico dentro de la red alimentaria y ser relativamente bien aceptado por los consumidores de peces, las especies de este género han sido, desde el punto de vista de la piscicultura, motivo de estudio en reiteradas oportunidades con resultados dispares (Ramos-Henao, 1973; Ramos Henao y Corredor, 1973; Castagnolli *et al.* 1974; Rodríguez *et al.* 1977; Ramos-Henao y Corredor, 1978; Ramos-Henao y Popma, 1978; Lovshin *et al.*; Peret, 1980; Corredor y Ramos-Henao, 1982; Ramos-Henao y Corredor, 1982; Mainardes Pinto, 1984 y Leite, 1987, entre otros), siendo el problema más importante para su cría intensiva, la dificultad de encontrar una dieta apropiada para que estos peces puedan rendir su extraordinario potencial productivo (Bonetto y Castello, *op. cit.*).

El objetivo del presente trabajo fue analizar el comportamiento y crecimiento de juveniles de "sábalo" (*P. lineatus*) en un estanque de cultivo, suplementado con abono orgánico, evaluando el aumento en longitud y peso de esta especie detritívora y la producción

susceptible de obtenerse a través de un ciclo anual.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo se realizó en el Instituto Nacional de Limnología (INALI-CONICET) entre el 9 de marzo de 1989 y el 15 de marzo de 1990. Se utilizó para tal fin una pileta de hormigón de 27 m² (9 x 3m) y 1,15 m de profundidad, provista de tres niveles de desagüe: superior (que permitió mantener constante el nivel del agua) y medio e inferior (para el vaciado total de la pileta). La entrada de agua se realizó por uno de los extremos, a través de una cañería con perforaciones a intervalos lo que posibilitó mantener aireado el sistema. El agua que se empleó fue la de uso corriente que abastece a la ciudad de Santo Tomé (Santa Fe). La pileta careció de cobertor dada la considerable distancia a la vegetación circundante.

El fondo de la pileta fue cubierto con fango, traído especialmente del medio natural, el que fue dejado decantar convenientemente. Luego, fue abonado con estiércol vacuno a razón de 25 g de abono seco/ m² de superficie, aproximadamente, cantidad que fue aumentada a 50 g/ m² a partir de septiembre de 1989. Esta tarea se repitió cada 15 días diseccionando el estiércol por toda la superficie de la pileta.

Diez días después del primer abonado (el 9 de marzo de 1989) fueron sembrados 86 ejemplares juveniles de *P. lineatus* provenientes de una laguna de la Isla El Espinillar (conectada al río Colastiné, 31° 39' 36" LS y 60° 35' 26" LW) con

una longitud estándar media de 65,6 mm ($S=7,23$), siendo la densidad inicial de 3,2 ejemplares por m^2 .

Durante el período experimental los peces no recibieron alimentación adicional.

Mensualmente se efectuaron los controles de crecimiento. Para la extracción de los peces se utilizó un cerco de malla metálica o separador, que deslizándose sobre rieles montados sobre los bordes de la pileta, permitió concentrar los ejemplares en uno de los extremos. Luego, se hizo descender algunos centímetros el nivel del agua y con un copo de mano fueron fácilmente capturados. Inmediatamente los peces fueron anestesiados, empleando una concentración de benzocaína de 1:10.000 (Parma de Croux, 1990) y logrado el estado de sedación adecuado, medidos y pesados.

Por razones operativas, al principio del ensayo y en el primer control de crecimiento, sólo se registró la longitud estándar. En los demás controles se determinó: longitud estándar y total (mm); peso (g) y se estimó el factor de condición (K) en base a la longitud estándar.

Diariamente se registró la temperatura (con precisión de $0,5^{\circ}C$) a 10-15 cm de profundidad y semanalmente el oxígeno disuelto, utilizando un oxímetro YSI Modelo 57. Para una mejor comprensión de las variaciones diurnas del oxígeno disuelto, fundamentalmente en el período estival, se efectuaron durante algunos días y a distintas horas, controles en superficie y fondo.

Simultáneamente con los controles de crecimiento, se extrajeron muestras de

agua de la pileta para efectuar análisis químicos (nitritos, nitratos, sulfatos y carbonatos, entre otros). Se calcularon los valores medios de longitud estándar y peso, relacionándolos gráficamente en función de los períodos de muestreo.

El incremento en longitud y peso para cada período de muestreo fue calculado según:

Valor final/Valor inicial . 100 en tanto que el incremento diario de cada uno se estimó de acuerdo a:

$(\text{Valor final} - \text{Valor inicial}) / N^{\circ} \text{ de días.}$

Al finalizar la experiencia, se registró el número total de peces y se estimaron los porcentajes de sobrevivencia.

RESULTADOS

1. Condiciones físico-químicas del medio.

En la Fig. 1 se dan a conocer los promedios de temperaturas mensuales, como así también sus máximas y mínimas. Como es lógico, para la zona geográfica en consideración (térmicamente de transición entre tropical y templado), las temperaturas medias más bajas se registraron durante el período invernal, con una mínima de $12,8^{\circ}C$ en julio'89. Luego se observó un importante incremento a partir de septiembre, para alcanzar la media máxima en enero'90 con $26,8^{\circ}C$.

Los tenores de oxígeno disuelto oscilaron, en valores medios durante todo el período experimental entre 12,1 y 3,7 ppm (Fig. 2). Los registros más elevados se observaron durante los meses fríos y los más bajos en los cálidos. Es de destacar que durante el período invernal no se detectaron diferencias im-

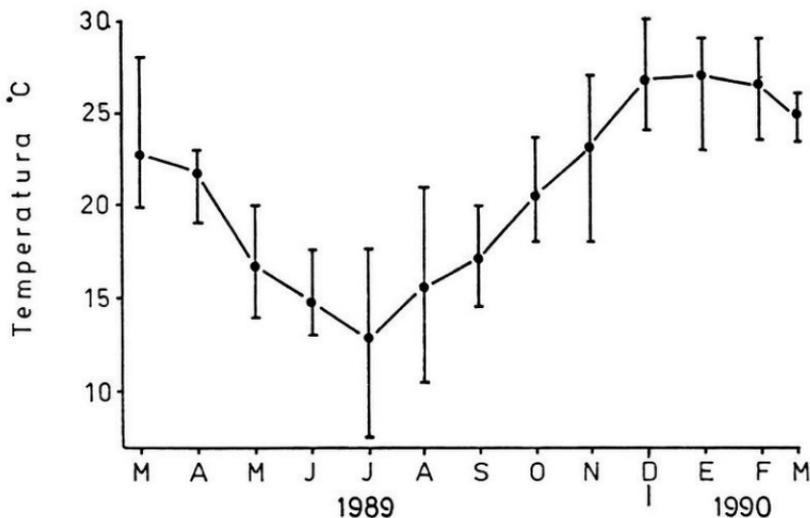


Fig. 1. Temperaturas medias ($^{\circ}$ C) registradas durante el período de experiencias.

portantes en los tenores de oxígeno en superficie y fondo a lo largo del día. En cambio, este fenómeno comenzó a manifestarse con los incrementos de temperatura, registrándose los valores más bajos, en la superficie, a primera hora del día (7,30 h) y los más elevados aproximadamente a las 17-18 hs, siendo muy marcado el incremento en horas del mediodía debido a la mayor actividad fotosintética del fitoplancton. En el fondo, las variaciones diurnas no fueron tan evidentes, manteniéndose allí los tenores de oxígeno más bajos.

Los valores de pH oscilaron entre 7,3 y 8,8, no observándose diferencias entre verano e invierno.

Los valores medios (en ppm) de los principales parámetros químicos del agua de la pileta de experimentación fueron: 590,2 de CO_3H ; 166,6 Cl; 254,5 SO_4 ; 0,070 NO_3 ; 0,006 NO_2 ; 0,145 PO_4 ; 21,3 Ca; 15,0 Mg; 377 Na y 15,4 K. Los análisis efectuados permitieron caracterizar las aguas como las del tipo hidrocarbonatadas-sódicas en los controles del 20/06/89; 21/07/89; 22/01/90 y 06/03/90 e hidrocarbonatadas-sulfatadas-sódicas en los restantes.

2. Crecimiento.

Los ejemplares sometidos a experiencia durante 391 días, presentaban al inicio una longitud estándar media de 65,6 mm



Fig. 2. Valores medios de oxígeno disuelto (ppm) durante el período de experiencias.

y al término del mismo una media de 117 mm, en tanto que el peso medio, en el primer control en donde se registró esta variable (20/06/89), fue de 12,7 g y al finalizar la experiencia 35,7 g (Fig. 3 y 4).

Del análisis efectuado se deduce un rápido crecimiento durante marzo de 1989 evidenciando una muy buena adaptación de los peces a las nuevas condiciones. En este mes se registró un incremento diario en longitud estándar de 0,33 mm/día. A partir de allí se produjo una desaceleración en el ritmo de crecimiento, coincidiendo con el período invernal y por ende, con las temperaturas más bajas.

Los registros efectuados en septiembre, octubre, noviembre y diciembre '89 mostraron los mayores incrementos en longitud estándar. En tal sentido, las ganancias diarias fueron de 0,18; 0,23; 0,22 y 0,17 mm/día, respectivamente. Con respecto al peso, los aumentos más elevados se observaron en octubre, noviembre y diciembre '89 con 0,13; 0,12 y 0,14 g/día, respectivamente.

Los últimos controles efectuados evidenciaron una reducción en la tasa de crecimiento, siendo los incrementos diarios en longitud de 0,03 y 0,08 mm/día y en peso de 0,05 y 0,07 g/día para los muestreos correspondientes a enero y marzo '90, respectivamente.

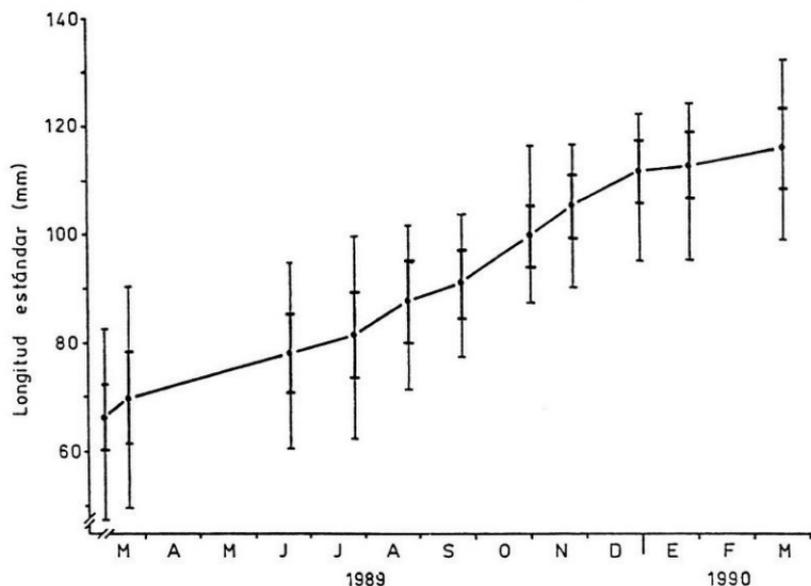


Fig. 3. Longitudes estándar medias de *P. lineatus* a lo largo del período experimental. Las barras indican los rangos y desvíos estándar.

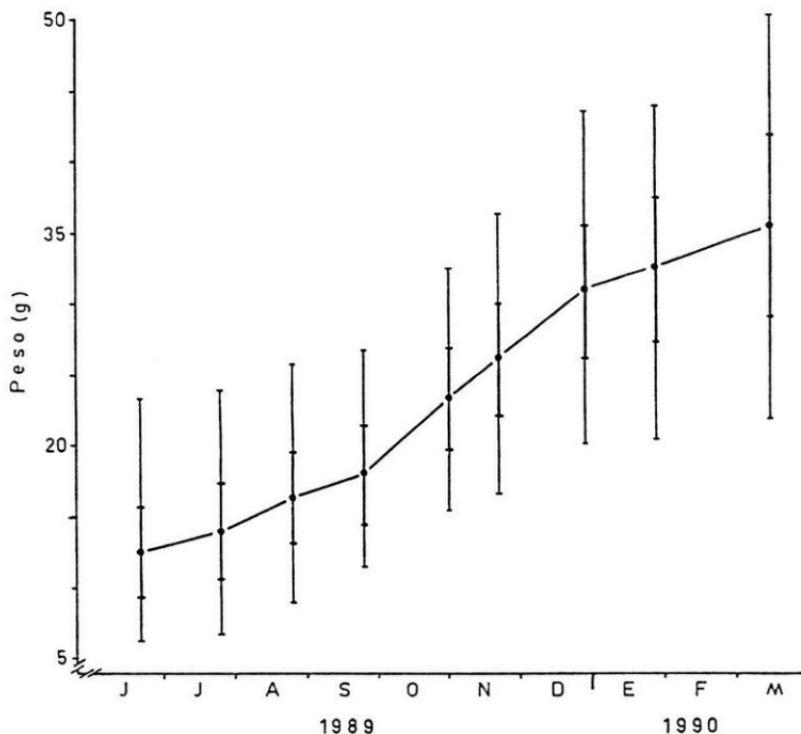


Fig. 4. Pesos medios de *P. lineatus* a lo largo del período experimental. Las barras indican rangos y desvíos estándar.

Los aumentos medios diarios en longitud y peso calculados para todo el período experimental fueron de 0,14 mm/día y 0,09 g/día, respectivamente. Es de destacar que los incrementos porcentuales fueron siempre mayores en peso que en longitud estándar.

La cantidad total de abono orgánico utilizado en la experiencia fue de 26,3 kg. Con el inicio del ascenso de la temperatura hubo un mayor requerimiento de abono orgánico, el cual fue aumentado a partir de septiembre '89, registrándose a partir de ese período mayores aumentos en longitud y peso.

El factor de condición (K), que refleja las condiciones fisiológicas de los peces, osciló entre 2,58 en junio '89 y 2,16 en noviembre del mismo año (Fig.5), reflejando una marcada disminución entre octubre y noviembre de 1989 y un posterior repunte a partir de diciembre-enero de 1990.

La Fig. 6 muestra la variación total de la biomasa obtenida en esta experiencia. La inicial, correspondiente al primer control de peso efectuado, fue de 988 g y la final de 2.888 g, lo que significa, teniendo en cuenta la densidad inicial y convirtiendo nuestros valores a términos

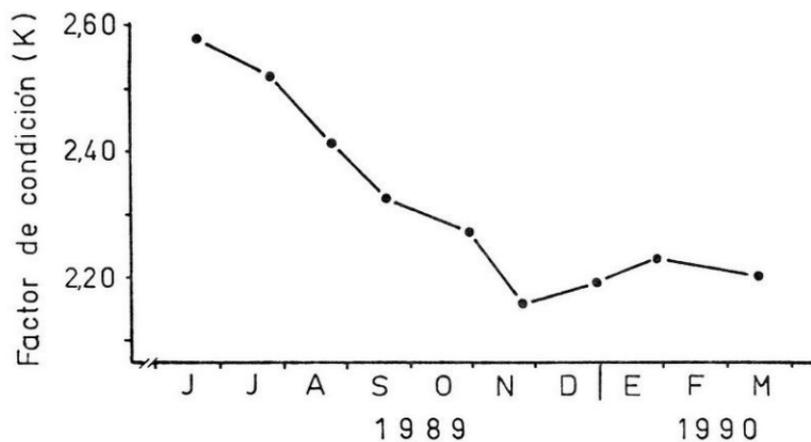


Fig. 5. Factor de condición (K) de *P. lineatus* durante los ensayos.

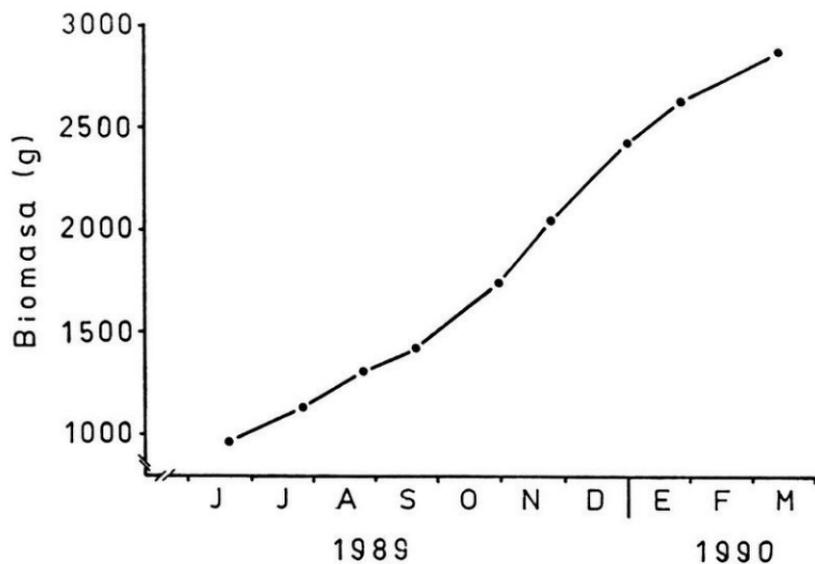


Fig. 6. Variación de la biomasa total en función del período de cultivo.

comparables, una producción de aproximadamente 1.070 kg/ha/año.

Si bien es cierto que en ningún momento se observaron peces muertos en la superficie, la supervivencia fue del 94%. Las oscilaciones en el número de ejemplares capturados en cada uno de los muestreos se debieron estrictamente a razones técnicas, siendo probable que algunos ejemplares hayan podido escapar a los métodos de captura utilizados.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este primer ensayo, si bien de carácter preliminar, revisten importancia debido a la falta de antecedentes con respecto al comportamiento y crecimiento de *P. lineatus* en condiciones experimentales.

Los valores medios mínimos (julio'89) y máximos (enero'90) de temperaturas registrados en el transcurso de la experiencia, son muy similares a los mencionados, para los mismos períodos, en el río Paraná medio (Drago, 1984) hábitat natural de *P. lineatus*, en tanto los tenores de oxígeno disuelto estuvieron siempre por encima de los límites de tolerancia para esta especie.

Los valores de pH registrados se encuentran dentro del rango mencionado como óptimo para una mayor producción de peces de agua dulce (Ramos-Henao, 1979).

Considerando los resultados obtenidos, y teniendo en cuenta las tallas medias iniciales, se pudo constatar que el crecimiento individual de *P. lineatus* en las condiciones de este ensayo no fue uniforme para todo el lote, observándose

un aumento en la dispersión de los datos de longitud y peso con el avance de la experiencia, incidiendo este hecho en los promedios de incrementos diarios.

Si bien el crecimiento obtenido se considera satisfactorio, fue inferior al encontrado por otros autores para especies del mismo género. En tal sentido, Leite (*op. cit.*) alcanza para *P. scrofa* luego de un año de experiencias una longitud total media de 213 mm y un peso medio de 109,7 g utilizando solamente abono orgánico.

Los datos aportados por Lovshin *et al.* (*op. cit.*) para *P. cearensis* y *P. argenteus* son también superiores a los del presente ensayo. En cambio, Ramos-Henao (*op. cit.*) alcanzó para *P. reticulatus* a una densidad de 0,6 peces/m² y sin fertilización tan sólo 44 g, es decir un crecimiento y una producción baja.

Los incrementos medios diarios en longitud y peso, calculados para todo el período de ensayos, fueron también inferiores a los hallados por otros autores para especies del género (Ramos-Henao y Corredor (*op. cit.*); Ramos-Henao y Popma, (*op. cit.*); Lovshin *et al.* (*op. cit.*); Leite (*op. cit.*) y Kawakami de Resende, 1985).

La experiencia puso de manifiesto una buena adaptación de los peces al período frío, donde si bien las ganancias en longitud y peso fueron bajas, no se observaron enfermedades y la tasa de supervivencia fue muy alta.

El aumento de la temperatura quedó evidenciado en los incrementos en las longitudes y pesos medios, mostrando una relación positiva entre este parámetro y el crecimiento.

El abono orgánico se aplicó en razón de 186 kg/ha/semana, lo que equivale aproximadamente a 9.740 kg/ha/año.

Las cantidades de abono empleado varían según los autores. En general, se mencionan valores muy dispares: entre 100 y 1000 kg/ha/semana (Leite, *op. cit.*). Yancey y Menezes (1982) en Leite (*op. cit.*) recomiendan no excederse en las cantidades para evitar una deficiencia de oxígeno debido a la descomposición de la materia orgánica. Del análisis de esta información se deduce que los niveles de abono utilizados en nuestros ensayos están comprendidos dentro de los límites inferiores citados para otros ensayos.

En relación a la biomasa, los aumentos fueron constantes a lo largo de toda la experiencia, registrándose luego de 391 días una producción de aproximadamente 1.070 kg/ha/año. Esta cifra se considera como muy buena si se la compara con la obtenida por otros autores para especies de hábitos semejantes pero cultivadas a densidades más bajas (Lovshin *et al.*, *op. cit.*; Ramos-Henao, Ramos-Henao y Corredor, *op. cit.*; Kawakami de Resende *et al.*, *op. cit.* y Leite, *op. cit.*).

Las observaciones realizadas y los resultados obtenidos en el presente ensayo permiten concluir que los ejemplares juveniles de *P. lineatus* se adaptaron muy bien a las condiciones de confinamiento en un ambiente restringido, prueba de ello la alta tasa de supervivencia alcanzada.

Si bien es cierto, los aumentos diarios mostraron un incremento a partir de comienzos de la primavera (septiembre '89), es probable que podrían haber

sido mayores, de no haber mediado una densidad inicial tan elevada, que ciertamente debe haber influido en la obtención de pesos medios y factores de condición relativamente bajos.

El empleo de abono orgánico y, consecuentemente, el enriquecimiento obtenido en el agua de la pileta de experimentación habría resultado muy positivo para el desarrollo de los peces.

Teniendo en cuenta las características de este primer ensayo y comparando nuestros resultados con los hallados para especies del mismo género, cultivadas en zonas geográficas donde las altas temperaturas medias durante casi todo el año crean condiciones óptimas para tal fin, la biomasa total alcanzada resulta elevada. Es probable que la puesta a punto de algunas técnicas de manejo, incluyendo una disminución en la carga inicial del estanque, permitan mantener o mejorar la producción incrementando la tasa de crecimiento de los peces en forma individual.

Entretanto, la continuidad de las investigaciones relacionadas con el comportamiento biológico del "sábalo", en condiciones de confinamiento, resulta indispensable en el sentido de establecer y optimizar valores de una serie de factores cuya interacción es de vital importancia para el desarrollo de esta especie.

AGRADECIMIENTOS

La autora se hace un deber agradecer al Lic. Miguel Vasallo (INALI) por los análisis químicos de agua.

A los Prof. Clarice P. de Hassani; Elly C. de Yuan y Juan C. Paggi (INALI) por la revisión crítica del manuscrito.

REFERENCIAS

- Bonetto, A. A. y H. P. Castello.** 1985. Pesca y Piscicultura en aguas continentales de América Latina. *Organ. Estados Am. Programa Reg. Desarrollo Cient. Tecnol. Ser. Biol. Mono. N° 31*, 118 p.
- Bonetto, A. A.** 1986. Fish of the Paraná Systems. In: The Ecology of River Systems. Davies, B. R & K. F. Walker (Eds.) *W. Junk Publishers*. Netherlands, 793 pp.
- Castagnoli, N., P. Andrade y S. Sobue.** 1974. Ensaio competitivo de alimentacao entre carpas, *Cyprinus carpio L.* e curimbata, *Prochilodus scrofa* Steind. *Cientifica 1 (1)*: 69-80.
- Corredor, G. y A. Ramos-Henao.** 1982. Cultivo del bocachico (*Prochilodus reticulatus*) a densidad alta y con tres variantes de manejo. *Informe Técnico N° 3*. Centro de Experimentación Piscícola. Universidad de Caldas. Manizales (Colombia). p. 31- 35
- Drago, E.** 1984. Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. VI. Temperatura del agua. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral 15 (1)*: 79-92.
- Kawakami de Resende, E., E. W. Graef, E. Zaniboni Filho, A. M. Paixao y A. Storti Filho.** 1985. Avaliacao do crescimento e da producao de jaraquis (*Semaprochilodus* spp.), em acude de Igarapé de terra firme nos arredores de Manaus, Amazonas. *Acta Amazônica 15 (1-2)*: 19-36.
- Leite, R. G.** 1987. Análise quantitativa do comportamento do curimbata *Prochilodus scrofa* Steind. 1881 (Characiformes-Prochilodontidae) em tanque com adubacao orgânica. Dissertacao de Mestrado. Depto. de Ciencias Biológicas. Universidad Federal de Sao Carlos (Brasil). 63p.
- Lovshin, L., A. Bezerra de Silva, A. Carneiro-Sobrinho y F. Rezende Melo.** 1980. Preliminary pond culture test of curimbata común (*Prochilodus cearensis*) and curimbata pacú (*Prochilodus argenteus*). *I. Simp. Brasil. Aquicult.* Academia Brasileira de Ciencias. R. J. Brasil p. 291-299.
- Mainardes-Pinto, C. S., P. de Paiva, D. M. Antoniutti, J. R. Verani y C. L. Justo.** 1984. Influencia do arracoamento no crescimento do curimbata *Prochilodus scrofa*, em tanques experimentais do cultivo. *An. Simp. Bras. Aquicult. III.* Sao Carlos-SP. Brasil. p. 313-320.
- Parma de Croux, M. J.** 1990. Benzocaine (Ethyl-p-aminobenzoate) as an anesthetic for *Prochilodus lineatus*, Valenciennes (Pisces, Curimatidae). *J. Appl. Ichthyol.*, 6 (3): 189-192.
- Peret, A. C.** 1980. Aspectos da influencia da densidade populacional em cultivo com curimbata común (*Prochilodus cearensis*. Steind.) (Prochilodontidae-Prochilodinae). Dissertacao de Mestrado. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad Federal de Sao Carlos. Brasil. 87 p.
- Ramos-Henao, A.** 1973. Crecimiento del bocachico (*Prochilodus reticulatus*) (Steind.) en estanque, bajo condiciones de productividad natural. *Informe Técnico N° 1*. Centro de Experimentación Piscícola. Universidad de Caldas. Manizales (Colombia). p.72-74.
- Ramos-Henao, A. y G. G. Corredor.** 1973. Respuesta del bocachico (*Prochilodus reticulatus*) al abonamiento orgánico y a la alimentación con concentrado comercial para gallinas. *Informe Técnico N° 1*. Centro de Experimentación Piscícola. Universidad de Caldas. Manizales (Colombia). p. 9-13.
- Ramos-Henao, A. y T. J. Popma.** 1978. Crecimiento ponderal del bocachico (*Prochilodus reticulatus*) en estanques, a dos densidades de población. *Informe Técnico N° 2*. Centro de Experimentación Piscícola. Universidad de Caldas. Manizales (Colombia). p. 21-23.
- Ramos-Henao, A.** 1979. Fundamentos de la Piscicultura Agrícola. *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia, 74 p.
- Ramos-Henao, A. y G. G. Corredor.** 1982. Dos nuevos ensayos sobre el cultivo del bocachico (*Prochilodus reticulatus*) en estanques fertilizados con estiércol de cerdo. *Informe Técnico N° 3*. Centro de Experimentación Piscícola. Universidad de Caldas. Manizales (Colombia). p. 27-30.

Rodriguez, D. G., R. Amaya y R. Phelps. 1977. Monocultivo del bocachico (*Prochilodus reticulatus magdalenae* Steind.) con tres variantes de

tratamiento alimenticio. *Proyecto para el desarrollo de la Pesca Continental. INDERENA-AID University of Auburn (USA). Vol I (4)*. 7p.

Recibido/Received: 8 mayo 1992
Aceptado/Accepted: 12 mayo 1993