

ARTÍCULO ORIGINAL

Influencia de la temperatura en la sobrevivencia de larvas de *Rhamdia sebae* c.f. (*Siluriformes heptapteridae*)

Influence of the temperature in the survival of larvae of *Rhamdia sebae* c.f. (*Siluriforme heptapteridae*)

COLLAZOS-LASSO, L.F.¹; ARIAS, C.J.A.²¹Ingeniero en Producción Acuícola, M Sc. (a). E-mail: lfclasso@yahoo.com² Biólogo, MSc, PhD. Instituto de Acuicultura de los Llanos, Universidad de los Llanos, Km. 7 Vía Apiay. Villavicencio- Meta.

Recibido: Agosto 11 de 2006. Aceptado: Mayo 15 de 2007.

RESUMEN

Para determinar la influencia de la temperatura en la sobrevivencia de larvas de *Rhamdia sebae* c.f., durante la primera hora pos-siembra para alevinaje en estanques de tierra, ejemplares de 120 horas de nacidos, previamente alimentados desde las 72 horas pos-eclosión, cada 6 horas, con naúplios de *Artemia* sp. Fueron sometidas a diferentes tratamientos de temperatura (5.5 a 39.0°C, con intervalos de 0.5°C), efectuándose registros de sobrevivencia cada cinco minutos durante una hora. La sobrevivencia de las larvas fue mayor de 80% entre 14-33 °C sin diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), constituyéndose éste intervalo en el rango de confort. Los rangos de estrés inferior y superior en los que se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia entre 30 y 80% fueron de 10.5-14 °C y 33-37°C respectivamente. Los rangos críticos inferior y superior, con un porcentaje de sobrevivencia inferior al 30%, se establecieron en 6-10.5 °C y 37 a 38.5°C respectivamente. Las temperaturas letales fueron 5.5 y 39 °C. El tiempo de repuesta de ajuste a la temperatura "aclimatación", fue estimado en 10 minutos (95% de confiabilidad).

Palabras clave: *Rhamdia sebae*, larvicultura-alevinaje, temperatura, rangos de confort, estrés, crítico, aclimatación.

ABSTRACT

To determine the influence of the temperature in the survival of larvae of *Rhamdia sebae* c.f., during the first hour after the seeds for the alevinaje, larvae of 120 hours of born, previously fed from the 72 hours post-beginning every six hours with nauplii of saline *Artemia*, they were subjected to different treatments of temperature (5.5 to 39 °C, with interval of 0.5 °C), each treatment with six replies and registrations every five minutes. The survival of the larvae was bigger than 80% among 13 to 33 °C during the whole experienced time and in all you reply them carried out, without significant statistical differences between treatments and times to $p < 0,05$, being constituted this interval in the range of comfort. The ranges of inferior stress and superior with percentage of survival between 30 and 80%; they went from 10.5 at 13.5 °C and 33.5 at 37°C respectively. The ranges of it breaks, with a percentage of inferior survival to 30%, they went from 6 to 10 °C for the range of it breaks inferior and 37.5 to 38.5 °C for the range of it breaks superior. The lethal temperatures were 5.5 and 39 °C. The time of having restored from adjustment to the temperature ("acclimatization"), it was estimated in 10 minutes (95% of dependability).

Key words: *Rhamdia sebae*, temperature, larvario development, comfort, break, sobreexperience.

INTRODUCCIÓN

La barbilla, *Rhamdia sebae* c.f., es un bagre de pequeños afluentes del piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia, al que se le empiezan a explorar posibilidades para la piscicultura e indican ser una potencial especie para el cultivo de aguas calidas dulceacuícolas, pues es de relativa fácil reproducción inducida, canibalismo bajo y acepta alimentos maquilados rápidamente, lo anterior las hace un buen prospecto para cultivo (Arias y Aya, 2003), pero requieren ser exploradas en las diferentes actividades conducentes a su piscicultura, una de las más importantes es la de producción de semilla, más específicamente la larvicultura (Atencio, 2001), dentro de esta actividad sobresalen dos puntos cruciales, el primero enfocado en practicas de primera alimentación donde (Muñoz y Arias, 2004) concluyeron que las larvas inician la alimentación exogéna a las 72 ± 2 h.p.e., con un remanente de saco vitelino cercano al 20%, sin observarse comportamiento canibal durante el estudio, además observaron que el mejor resultado en sobrevivencia, ganancia en peso y ganancia en longitud se obtuvo cuando las larvas fueron alimentadas con náuplios de *Artemia* sp., el segundo es el mantenimiento de las condiciones ambientales dentro del rango de bienestar de la especie, dentro de estas la temperatura controla en gran medida la sobrevivencia de las larvas al momento de la siembra para alevinaje. Los peces en general y en especial las especies que viven en aguas tropicales, a lo largo de los siglos han desarrollado diferentes mecanismos para responder a los cambios de temperatura que se puedan presentar en el tiempo, tales mecanismos en muchas especies son sin embargo limitados y solo son eficientes dentro de variaciones de temperatura pequeñas (3-5°C), en lapsos relativamente largos (por lo menos 12 horas)

(Parker y Davis 1981; Moyle y Cech, 2004). Los pequeños ajustes que los peces realizan a variaciones pequeñas de temperatura, que se podría decir son de tipo "instantáneo" (debidos a los desplazamientos dentro de un mismo cuerpo de agua, por ejemplo) y que no causan cambios importantes o "visibles" del comportamiento del animal, constituyen lo que se ha denominado "rango de confort". Definiéndose entonces este, para un determinado parámetro, como el intervalo en el cual el individuo no sufre cambios aparentes de actividad, desempeño o comportamiento (Osse y Van Den Boogaart, 1995). El choque térmico que sufren al momento de la contención de larvas y poslarvas en estanques en tierra para alevinaje puede ocasionar altas mortalidades, al punto que en algunas especies de peces la sobrevivencia puede ser nula. Definir los rangos de confort, estrés, de quiebre, puntos letales y tiempo de respuesta de ajuste a los cambios de temperaturas en relación con la sobrevivencia, para precisar el efecto de esta variable y así recomendar mejores condiciones para la producción masiva sería un aporte invaluable de información a la conformación de tecnologías que ayuden al establecimiento de una piscicultura sostenible de esta especie teniendo en cuenta que se tiene poca información sobre la capacidad de sus larvas al momento de su siembra, sin embargo se sabe que larvas del congénere *R. quelen* son tolerantes a rangos amplios de temperatura (16- 22 °C) (Baldisserotto y Radunz, 2004).

El objetivo principal fue definir la capacidad de las larvas de la especie para soportar cambios experimentales de temperatura al momento de la siembra para alevinaje, teniendo como indicador la sobrevivencia de las mismas, a las 120 horas pos-eclosión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en el Instituto de Acuicultura de los Llanos (IALL) de la Universidad de los Llanos vía puerto López Villavicencio - Colombia. Se utilizaron 15.415 larvas de 120 horas pos-eclosión (h.p.e.), obtenidas mediante 8 reproducciones inducidas con extracto de hipófisis de carpa (EHC) con protocolo estándar (8 hembras y 16 machos), y previamente alimentadas con náuplios de *Artemia* sp., cada seis horas a partir de las 72 h.p.e (Muñoz y Arias 2006), manteniendo vigilancia permanente de la calidad del agua, la cual estuvo en las siguientes condiciones: tem-

peratura 27 ± 0.4 °C; pH $6,5 \pm 0.2$; O_2 6 ± 0.4 mg/L; dureza 30 ± 5 mg/L. Para la evaluación de temperatura, las larvas fueron colectadas de incubadoras Woynarovich y luego colocadas en seis beakers de 100 ml (40ml útiles), por tratamiento (temperaturas). Los beakers fueron localizados previamente en la incubadora térmica (Rev. Scien. Mod. RS-IF-201) en un salón provisto de aire acondicionado para regular la temperatura ambiental y evitar al máximo los cambios en los ensayos que allí se efectuaron, este procedimiento tardo una hora para su calibración y mantenimiento

constante de la temperatura a experimentar, cada temperatura se consideró como un tratamiento (tratamiento 1=5,5 °C hasta tratamiento 66=39°C) cada uno con seis replicas consistentes en seis vasos de precipitado con 40 mL de agua de larvicultura, en cada replica se contuvo de 30 a 40 larvas.

Cada cinco minutos durante una hora para cada tratamiento, fueron contadas las larvas vivas y muertas y así definida la sobrevivencia mediante la siguiente expresión:

$$S = \frac{Ni - Nf}{Ni} \cdot 100$$

Donde Ni = número inicial de larvas; Nf = número final de larvas

Las diferencias entre los efectos de la temperatura sobre la sobrevivencia en el tiempo, fueron estudiadas

mediante pruebas de contrastes de Brant y Snedecor de conformidad con la formula:

$$\chi^2 = \frac{\sum a_i p_i - \bar{p} \sum a_i}{\bar{p} \bar{q}} \cdot \bar{q} = 1 - \bar{p}$$

Donde si $\chi^2 > X^2_T$: Rechazo la H_0 ; X^2_T , con un $\alpha = 0.05$.

El software que permitió analizar la prueba específica de contraste para éste estudio se construyó utilizando el programa Visual Fox Pro 6.0, 1998. Las pruebas se realizaron a través de contrastes entre tratamientos así: tratamiento extremo v/s tratamiento extremo, tratamiento extremo v/s resto de tratamientos, y entre agrupaciones de tratamientos, pudiéndose definir las similitudes y diferencias entre tratamientos a través de los valores de χ^2 ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Las figuras 1 y 2 reúnen los resultados de los experimentos efectuados.

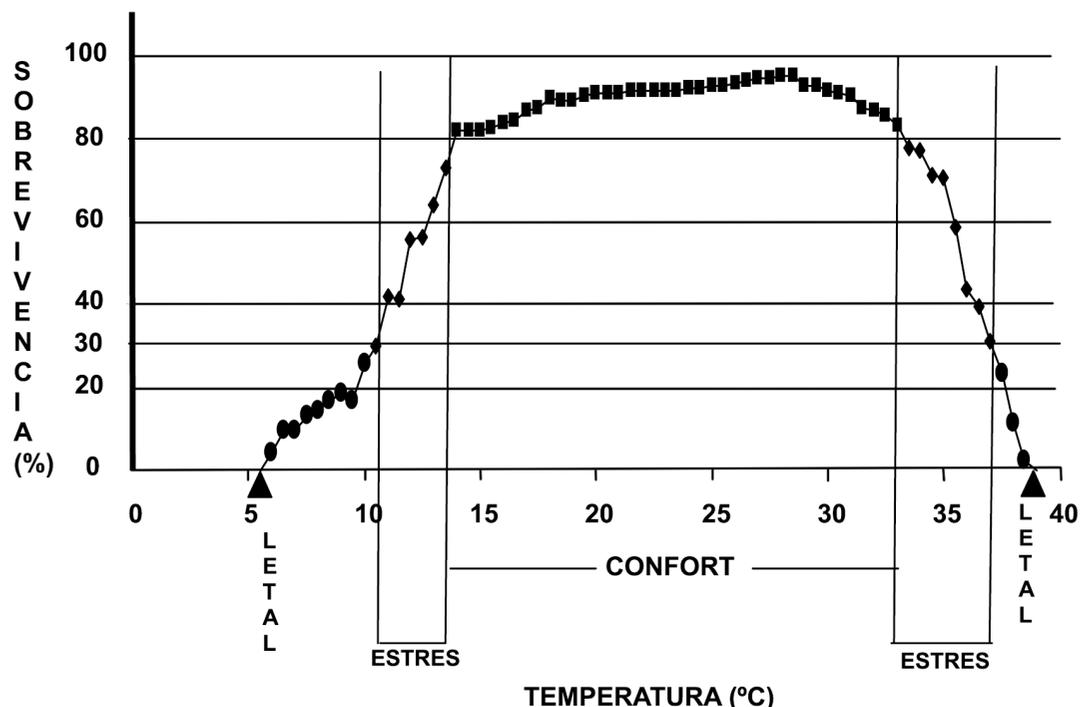


Figura 1. Rangos de temperatura de larvas de *Rhamdia sebae* c.f., de 120 horas poseclosión, en el Laboratorio de Larvicultura del Instituto de Acuicultura de los Llanos. Rango de confort (□) (sobrevivencia > 80%, 14-33 °C); rangos de estrés (□) (sobrevivencia 30-80%, superior = 33-37 °C, inferior = 10,5-14 °C; rangos críticos (□) (sobrevivencia < 30%, superior = 37-38,5 °C, inferior = 6,0-10,5 °C; temperaturas letales (□) (superior = 39 °C, inferior = 5, 5).

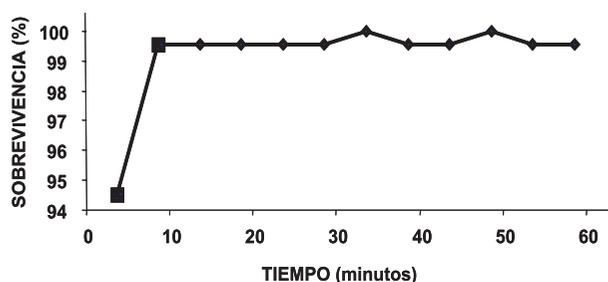


Figura 2. Tiempo de aclimatación (¡), de larvas de *Rhamdia sebae* c.f. de 120 horas post-eclosión, dentro del rango de confort, en el Laboratorio de Larvicultura del Instituto de Acuicultura de los Llanos entre septiembre y octubre de 2005.

DISCUSIÓN

Es reconocido que la temperatura influye en la mayor parte de parámetros físico-químicos del agua y por ende estimula de manera directa gran cantidad de respuestas en los organismos acuáticos (Horacio et al, 2001), a tal punto que puede provocar un profundo efecto sobre el crecimiento, la tasa de alimentación, el metabolismo y muchas más funciones de los peces (Laevastu y Hayes 1984). Según Hardy (1981), la temperatura es uno de los principales limitantes de una gran variedad de procesos biológicos, desde la velocidad de simples reacciones químicas o la distribución ecológica hasta la permanencia misma de una especie en una región geográfica.

Muchas otras variables influyen de manera importante en el tipo e intensidad de las respuestas a los cambios de temperatura, entre ellas la etapa de crecimiento o desarrollo del individuo. La etapa del crecimiento en donde las respuestas se contienen en el rango de confort con intervalos más reducidos y efectos con manifestaciones más visibles, es la etapa de larva (Osse y Van Den Boogaart 1995). Los peces en este periodo, en el que prácticamente todas las estructuras y funciones están en pleno desarrollo o en transición, son especialmente susceptibles, frágiles y con reducidas capacidades de respuesta a los cambios de todo orden, en especial a los cambios medioambientales de temperatura (Chippari et al, 2000).

El rango de confort de temperatura en este trabajo se

Con un 95% de confianza se reporta que no existen diferencias significativas entre los tratamientos 17 al 55 que corresponden al rango de confort entre la temperatura 14°C a 33°C. Se determinaron los rangos de estrés inferior y superior sobre porcentajes de sobrevivencia entre 30 y 80 %; siendo el rango inferior de estrés 10,5 - 13,5°C y el rango superior de estrés 33,5 - 37°C, el rango de quiebre fue definido sobre la base de una sobrevivencia inferior al 30 %. Así el rango inferior de quiebre fue 6,0 - 10°C y el rango superior de quiebre 37,5 - 38,5°C, las temperaturas máximas y mínimas letales fueron 39°C y 5,5 °C respectivamente, y no se les incorporó en los contrastes que determinaron los diferentes rangos (ver figura 1).

Dentro del rango de confort de temperatura se determinó que el tiempo de respuesta de ajuste en el cual las larvas cesaron su mortalidad fue de 10 minutos ($p < 0.05$), (Ver figura 2).

puede considerar amplio, si se compara con resultados obtenidos en otras especies de bagres (tabla 1).

Sí bien es difícil las comparaciones que se presentan en la tabla 1, porque las etapas son diferentes al igual que los métodos de medición entre los autores, se puede evidenciar un mayor rango de confort para *R. sebae* que para las otras especies de bagres, mostrando así una mayor tolerancia con amplios valores para la especie.

Las temperaturas inmediatamente por debajo y por encima del rango de confort (rangos de estrés), generan en las larvas respuestas de alerta con indicadores visibles como boqueo, inapetencia, cambio de color, lentitud de nado y otras (Morales, 1986; Chippari et al, 2000). Los rangos de estrés en este trabajo, delimitados por el intervalo de sobrevivencia del 30-80%, fueron intervalos pequeños de temperatura similar a como lo expusieron Parker y Davis (1981) quienes notaron que tales rangos son mucho menos amplios que el rango de confort.

Aún más pequeños son los intervalos de temperatura dentro de los rangos críticos. Como lo indica su nombre, las larvas sometidas a temperaturas críticas extremas sus respuestas y en muchos casos no se recuperan de los efectos que les ocasionan las bajas o altas temperaturas. Son además los rangos más pequeños y previos a la muerte masiva de las larvas.

TABLA 1. Comparación de resultados de rangos de confort en etapas cercanas a la siembra para alevinaje de especies de Pimelodidos.

ESPECIE	ETAPA DE CRECIMIENTO	RANGO (°C)	AUTOR
<i>Rhamdia sapo</i>	Alevinaje	25-35	Ringuelet et al, 1967
<i>Rhamdia quellen</i>	Desove e incubación	22-26	Mardini et al, 1981
<i>Rhamdia sapo</i>	Desove e incubación	23-26	Luchini y Rangel 1983
<i>Ictalurus catus, Ictalurus furcatus.</i>	Eclosión	24 (puntual)	Timmearmans1983
<i>Clarias batrachus, Clarias macrocephalus.</i>	Eclosión	25-32	Timmearmans1983
<i>Ictalatrus punctatus.</i>	Alevinaje	24-29,5	Pillay 1997
<i>Clarias batrachus.</i>	Eclosión	25-32	Pillay, 1997
<i>Clarias lazera.</i>	Desove y eclosión	20 (puntual)	Pillay,1997
<i>Rhamdia quellen</i>	Larvicultura	21-30	Chippari et al, 1999
<i>Rhamdia sebae</i>	Desove	26-27,5	Arias y Aya 2003
<i>Rhamdia sebae</i>	Incubación	26-27	Díaz et al, 2005
<i>Rhamdia sebae</i>	Larvicultura	25-27	Muñoz y Arias 2005
<i>Rhamdia sebae</i>	Inicio de alevinaje	13 a 33	Este trabajo

La figura 3, permite comparar los resultados de Chippari et al, (1999) para *R. quellen*, con los obtenidos en este trabajo en relación con los rangos de temperaturas de estrés y críticas.

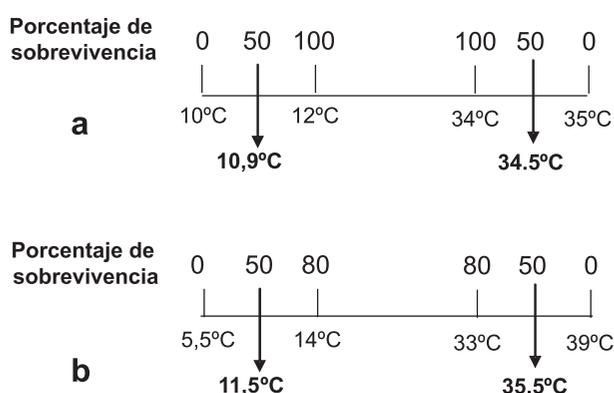


Figura 3. a) Sobrevivencia en porcentaje de alevinos de *Rhamdia quellen* a diferentes temperaturas dentro de los rangos de estrés y críticos según Chippari et al, (1999) (modificado); b) sobrevivencia en porcentaje de larvas de *Rhamdia sebae* c.f. al momento de la siembra para alevinaje (120 h.p.e.), a diferentes temperaturas dentro de los rangos de estrés y críticos.

Como para muchos otros peces, se puede observar en la figura 3, que en efecto los rangos críticos son más pequeños que los rangos de estrés y ambos rangos a su vez menos amplios que el rango de confort. Sin embargo *R. sebae* muestra rangos en general más amplios con temperaturas letales más extremas que

superan en 4-5 °C las de *R. quellen*, lo cual define, como se ha anotado anteriormente, a la especie como una de las de mayor tolerancia a la influencia de la temperatura.

Dentro de las actividades de siembra de larvas de peces para alevinaje se resalta la necesidad de la aclimatación o tiempo necesario al que se debe someter las larvas dentro del contenedor antes de liberarse al estanque donde se les vaya a practicar el alevinaje, con el propósito de equilibrar las temperaturas (Luchini y Rangel 1983, Gomes et al. 1999, Arias et al, 2003; Atencio et al, 2003, Baldisserotto y Radünz-Neto 2004). Para muchos autores la aclimatación es crucial siendo que hacer una siembra sin tal previsión puede conducir a la perdida total de las larvas (Parker y Davis 1981, Timmearmans 1983, Pillay 1997, Arias 2002, Villamil et al, 2005).

Para Chippari et al., (2000), las larvas de *Rhamdia quellen* no requieren aclimatación alguna si la temperatura del agua para alevinaje es similar a la temperatura en que se encuentren las larvas, igual recomendación podría hacerse para este trabajo. Sin embargo la confirmación de tales indicaciones para *R. sebae* demuestran a través de la figura 2, que solo pasados entre 5 y 10 minutos después del impacto de cambio de temperatura, las larvas se estabilizan, no soportando el cambio de temperatura hasta un 6% de las larvas durante este lapso. La anterior lleva a recomendar una aclimatación de las larvas de barbilla dispuestas para el alevinaje de por lo menos 10 minutos.

CONCLUSIÓN

Las larvas de *Rhamdia sebae* c.f. presentan una termorregulación comportamental confortable dentro de un rango entre 14 y 33 °C demostrado en este estudio, por lo cual al momento de la siembra para su

alevinaje la temperatura debe encontrarse en este rango y su aclimatación debe ser por lo menos de diez minutos con una sobrevivencia superior al 80% afectada por este factor ambiental.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Dr. Carlos Solarte Portilla por su colaboración en el análisis estadístico, Elizabeth Aya Baquero, María Rosero,

Profesores y estudiantes del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos por su apoyo en el desarrollo de los experimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias C. J. A., Aya B. E. 2003. Reporte de reproducción inducida de *Rhamdia* cf. *sebae* en la Estación Piscícola del Instituto de Acuicultura de los Llanos. Gotas del IALL, 3(5): 7-8.

Arias C. J. A., Balaguera D., Rodríguez S. C. M. 2003. Desarrollo larvario del yamú *Brycon siebenthalae*. Rev Orinoquia, 7:28-33.

Arias C. J. A. 2002. El cultivo del yamú. 2da Ed Juan XXIII. UniLlanos-IALL-IIOC. Villavicencio, 26 pp.

Atencio-García V. 2001. Producción de alevinos de especies nativas. Revista MVZ-CÓRDOBA; 6:(1), 9-14.

Atencio G. V. J., Zaniboni F. E., Pardo C. S. C., Arias C. J. A. 2003. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem do yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). Rev Acta Scientiarum Ani Sci Maringá, 25: 61-72.

Baldisserotto B., Radünz-Neto J. 2004. Criacao de Jundiá. Edit. UFMS. Santa Maria. Brasil. 74pp.

Chippari A, Gomes L, Baldisserotto B. 2000. Lethal temperatures for *Rhamdia quelen* larvae (Pimelodidae). Santa Maria, Brasil. Cien Rural. (6):36.

Chippari A., Gomes L., Baldisserotto B. 1999. Lethal temperature for silver catfish, *Rhamdia quelen*, fingerlings. J Appli Aquac 9(4): 11-21.

Gomes L., Chippari A., Golombieski J., Baldisserotto B. 1999. *Rhamdia quelen* (Pimelodidae), espécie promissória para la piscicultura no sul de Brasil, uma revisão. En: Res. XIII Encontro Bras. Icto. 535 pp.

Hardy R. 1981. Temperatura e Vida Animal. Temas de Biología. Edit Pedag Univer Ltda. EDUSP. São Paulo. (24): 91.

Horacio R., Daza P., Avila M. 2001. Fundamentos de Acuicultura Continental. INPA. Bogotá, Colombia. 45 pp.

Laevastu T., Hayes M. 1984. Effects of enviromental factors on fish. In: Fhisherries, Ocean and Ecol. Fishing N B Ltd. England. 5-23 pp.

Luchini L., Rangel C. C. 1983. Uso de gonadotropina coriónica humana en la reproducción artificial de *Rhamdia sapo* (Val.). Rev Asoc Cienc Nat Litoral, 14:87-92.

Mardini C. V., Silveira M. A., Barenho D. H. L. 1981. Técnica de indução da desova em jundiá (*Rhamdia quellen*), empregada na Estação Experimental de Piscicultura de Lagoa dos Quadros, Rio Grande do Sul. Doc. Ocas. 4: 3-15.

Morales J. 1986. Acuicultura Marina Animal. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España. 670 pp.

Moyle P. B. Cech J. J., 2004. Fishes an Intoduction to Ichthyology. 5ª Edition, Prentice Hall. 84 -85 pp.

Muñoz F., Arias C. J. A. 2005. Respuesta a la primera alimentación de larvas de *Rhamdia sebae* c.f. (Pisces: Siluriformes: Pimelodidae). En: Mem II CCA. Villavicencio, Colombia. 55 pp.

Osse W. M., Van Den Boogaart J. G. 1995. Fish larvae, development, allometric growth and aquatic environment. ICES Mar Sci Symp. 201:21-34.

Parker N., Davis K. 1981. Requirements of warm water fish. In: L. Allen and E. Kinney eds. Proc Bioengineering Sym Fish Culture. Fish Cul Sec Am Fish Soc, Bethesda, Maryland, USA. 21-28 pp.

Pillay T. 1997. Acuicultura principios y prácticas. Edit Limusa SA. Noriega Edit, México DF. 37 y 415 pp.

Ringuelet R., Aramburu R., Alonso De Aramburu A. 1967. Los peces Argentinos de agua dulce. Com Inv Cien. La Plata. 594pp.

Timmearmans J. A. 1983. Tratado de piscicultura. Edic Mundi Prensa. Madrid, España. 320pp.

Villamil M. L. P., Arias C. J. A., Clavijo-Ayala J. A. 2005. Desarrollo larvario de la barbilla *Rhamdia sebae* c.f. En Memorias II Con Col Acui. 45pp.