



Efectos de la administración preovulatoria de Triiodotironina (T3) sobre el desempeño reproductivo y desarrollo larvario en Yamú *Brycon siebenthalae*¹

García Tisnes J. M.V.Z.; Arias Castellanos J. A. Biólogo MSc PhD; Cruz-Casallas P. E. M.V.Z. MSc PhD;
Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta – COLOMBIA
(Recibido: Febrero 9 de 2004 - Aceptado: Mayo 7 de 2004)

R E S U M E N

Fueron evaluados dos protocolos de tratamiento hormonal para determinar los efectos de la administración preovulatoria de triiodotironina (T3) sobre la respuesta a la inducción de la maduración final de la gónada y de la ovulación, así como sobre la sobrevivencia y desarrollo larvario en yamú (*Brycon siebenthalae*). Para este propósito fueron formulados tres tratamientos: En el tratamiento 1 (Ge), 20 hembras recibieron dos inyecciones IM (0,5 y 5,5 mg.kg⁻¹) de Extracto de Hipófisis de Carpa (EPC), aplicadas con 12 h de intervalo, más 20 mg.kg⁻¹ de T3 disueltos en 0,1mL de aceite de hígado de bacalao,

administrados simultáneamente con la primera inyección de EPC. El tratamiento 2 (Gt), constituido por 22 ejemplares, recibió únicamente las dos inyecciones de EPC. A un tercer grupo (Gc), compuesto por seis hembras, se le administró solamente los vehículos de las sustancias suministradas. Durante todo el periodo experimental, la temperatura ambiente fue de 26,5 ± 0,2 °C. En el grupo Ge, el intervalo entre la última inyección de EPC y la ovulación fue significativamente menor (p<0,05) que en el Gt (6,9 ± 0,1 y 7,9 ± 0,1 h, respectivamente). Las hembras de Gc no ovularon. La eclosión de embriones provenientes de hembras

Ge ocurrió en menor tiempo que en aquellos de hembras Gt (p<0,05). Sin embargo, los porcentajes de fertilidad y sobrevivencia embrionaria no mostraron diferencias significativas entre grupos (p>0,05). Finalmente, a las 72 h posteclosión, larvas descendientes de hembras tratadas con T3 mostraron menor sobrevivencia (p<0,05), aunque aparentemente presentaban un desarrollo corporal más homogéneo, cuando comparadas con el grupo Gt.

Palabras clave: yamú, *Brycon siebenthalae*, triiodotironina T3, Inducción de la Ovulación, larvicultura.

A B S T R A C T

Two protocols of hormonal treatment were evaluated to determine the effects of the preovulatory triiodothyronine (T3) administration on the answer to the induction of the final gonadal maturation and the ovulation, as well as on the larvae survival and embryo development in yamú (*Brycon siebenthalae*). For this

purpose three treatments were formulated: In the treatment 1 (Ge), 20 females received two injections IM (0,5 and 5,5 mg.kg⁻¹) of Extract of Hypophyphysis of Carp (EPC), applied with 12 h of interval, more 20 mg.kg⁻¹ of T3 dissolved in 0,1mL of oil of cod liver, administered simultaneously with the first injection of EPC. The

treatment 2 (Gt), constituted by 22 females, received two injections of EPC only. A third group (Gc), composed by six females, were administered only the vehicles of the given substances. During the whole experimental period, the ambient temperature was of 26,5 ± 0,2° C. In the group Ge, the interval between the last injection



of EPC to the ovulation was significantly smaller ($p < 0,05$) that in the Gt ($6,9 \pm 0,1$ and $7,9 \pm 0,1$ h, respectively). The females of Gc didn't ovulate. The hatch of embryos coming from female Ge happened in smaller time that in those of female Gt ($p < 0,05$).

however, the percentages of fertility and embryonic survival didn't show significant differences among groups ($p > 0,05$). Finally, at the 72 h posthatching, larvae from females treated with T3 showed smaller survival ($p < 0,05$), although seemingly they presented

a more homogeneous corporal development, when compared with the Gt group.

Key word: yamú, *Brycon siebenthalae*, reproduction, triiodothyronine, T3, larviculture.

INTRODUCCIÓN

El yamú ha venido siendo investigado intensamente durante los últimos años con el fin de formular un paquete tecnológico para su cultivo en cautiverio, ya que su rápido crecimiento, fácil aceptación de concentrados comerciales y de alimentos suplementarios (semillas de maíz y soya, hojas de plátano, bore, frutas y vísceras), así como su alta conversión alimenticia bajo condiciones de cultivo (Arias 2001), lo convierten en una especie con alto potencial para la piscicultura continental. Sin embargo, la oferta de alevinos a los piscicultores está aún limitada a una corta temporada anual, principalmente porque la reproducción inducida solo se puede lograr durante la época de maduración natural de la especie, la

cual está circunscrita a los primeros meses del invierno (marzo - junio) y por el canibalismo que presentan las larvas y postlarvas que reduce de manera dramática la producción de alevinos.

Es ampliamente conocida la participación de las hormonas tiroideas durante la reproducción de varias especies de teleosteos, las cuales en muchos casos actúan sinérgicamente con las hormonas gonadotropinas, mientras que en otros regulan o, inclusive, bloquean la acción de estas (Brown et al. 1987, Tagawa y Hirano 1987, Cyr y Eales 1988, Dickhoff et al. 1989, Leatherland et al. 1989a, b, y Lam 1994).

En peces de agua dulce, los resultados hasta ahora reportados de los efectos de la administración de T3, junto con las hormonas gonadotrópicas en los protocolos de inducción de la maduración final y el desove, sobre el desarrollo y crecimiento de larvas durante las primeras horas de vida son aún contradictorios (Brown et al. 1987, 1988, Soares 2000). En consecuencia, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la administración preovulatoria de la hormona triiodotironina (T3) sobre la eficiencia del proceso reproductivo inducido y el desarrollo y sobrevivencia de las larvas del yamú, una especie promisoría para la acuicultura continental colombiana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado durante dos épocas reproductivas del yamú (marzo - mayo), correspondientes a los años 2000 y 2001, en el Laboratorio de Reproducción de Peces Tropicales de la Estación Piscícola del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos (Villavicencio–Meta–Colombia). Se utilizaron 48 hembras adultas, con un peso corporal de $2,1 \pm 0,4$ Kg. y una longitud total $49,5 \pm 2,5$ cm. sexualmente maduras, criadas y mantenidas en

cautiverio, cultivadas en estanques de tierra a una densidad de 300 g de peso vivo por m^2 y alimentadas con una ración comercial para peces con un contenido de 30% y 3000 Kcal.g⁻¹ de proteína y energía bruta, respectivamente; suministrada una vez al día durante seis días de la semana.

Los ejemplares fueron seleccionados de acuerdo con el estado de maduración de sus gónadas, siguiendo los criterios definidos por

Woynarovich y Horvath (1983) y Arias (2002), y la ovulación inducida de la manera siguiente: un grupo experimental (Ge), compuesto por 20 ejemplares, tratado con Extracto de Hipófisis de Carpa (EPC) ($0,5$ y 5 mg.kg⁻¹ de peso vivo, intervalo de 12 h), más una dosis única de triiodotironina T3 (Syntesis®), (20 mg.kg⁻¹ de peso vivo disuelta en $0,1$ mL de aceite de hígado de bacalao), aplicada al momento de la primera aplicación de EPC. Un segundo grupo, testi-



go (Gt), conformado por 22 ejemplares, fue inducido con EPC en el mismo protocolo del grupo experimental, pero sin la aplicación de T3. Finalmente, un tercer grupo control (Gc) de 6 ejemplares, fue inyectado con 0,5 mL de aceite de hígado con protocolo similar al del grupo experimental. Los machos recibieron una única dosis de 4 mg.kg⁻¹ de EPC al momento de la aplicación de la última dosis de las hembras.

Las condiciones ambientales durante los procedimientos reproductivos fueron: temperatura 26,5 ± 0,2°C, pH 6,3 ± 0,2 y oxígeno disuelto 5.8 ± 0,4 mg.l⁻¹.

Para cada hembra se registró el tiempo de latencia (tiempo trans-

currido entre la aplicación de la última dosis inductora y el momento de la ovulación), procediéndose de manera inmediata a obtener los oocitos por estrujamiento, previa tranquilización de las mismas. Los óvulos fueron fertilizados en seco empleando siempre semen con movilidad masal superior de 80%. De cada desove fue determinado el peso, cantidad de huevos por gramo y colectadas y evaluadas muestras de los mismos para diámetros oocitarios. 6 y 10 h después de la fertilización fueron medidos los porcentajes de fertilidad y sobrevivencia embrionaria respectivamente (Arias 2002).

A las 8 h posteclosión (HPE), larvas obtenidas de cada desove, por triplicado, a una densidad de 100

larvas / litro, fueron llevadas a acuarios de 10 litros de capacidad (ocho litros útiles), con aireación y recambio de agua (10%/hora) constantes, (temperatura 27,2±0,1 °C, pH 6,8±0,1 y oxígeno disuelto 7,1 ± 0,2 mg.l⁻¹) (Atencio, 2000). A partir de las 32 HPE y hasta las 72 HPE, cada acuario recibió cada 3 h diurnas, un equivalente de cinco nauplius de *Artemia salina* recién eclosionada / larva, corregido cada 6 h y retirado por sifoneo el exceso de *Artemia* 1 h después de ofrecida. Muestras de 30 larvas cada 6 h fueron tomadas de cada réplica, las que fueron medidas y pesadas. Los registros fueron analizadas mediante ANOVA y comparados con prueba "t" de Student, utilizando el programa SAS-99.

R E S U L T A D O S

Las hembras control, inyectadas con aceite de hígado de bacalao, no ovularon. La Tabla 1 presenta los resultados obtenidos para los grupos tratamiento experimental y tratamiento testigo.

Tabla 1. Desempeño reproductivo de hembras de *Brycon siebenthalae* inducidas a la ovulación con EPC y tratadas o no tratadas con T3.

Tratamiento	Respuesta ¹	Latencia Ovulación (h ± min.)	Fertilidad (%)	Sobrevivencia embrionaria	Latencia eclosión (h ± min.)
Ge	15/22	6,9 ± 0,1 ^a	53,6 ± 17,6 ^a	55,6 ± 17,5 ^a	10,45 ^a ± 0,17
Gt	15/20	7,9 ± 0,1 ^b	62,0 ± 17,4 ^a	47,4 ± 25,9 ^a	11,33 ^b ± 0,23

¹ Número de hembras con respuesta positiva / número de hembras inducidas.

^{a, b} Entre filas, letras iguales indica no diferencia significativa (p>0,05).

Se observó una disminución significativa en el tiempo de latencia para la ovulación y en el tiempo de latencia para la de eclosión de los embriones de hembras tratadas con T3 pero no diferencias para los demás indicadores de la eficiencia reproductiva entre los grupos.

La figura 1 ilustra el crecimiento en longitud durante el tiempo del experimento en larvas de los dos tratamientos.

A las 72 HPE las diferencias no fueron significativas entre los dos grupos; sin embargo, se puede

apreciar un relativo mayor crecimiento y homogeneidad en las larvas hijas de las madres tratadas con T3.

En la figura 2 se muestra la sobrevivencia de las larvas tratadas o no tratadas con T3.



En los dos grupos se observó canibalismo; sin embargo, este fue menos severo en las larvas descendien-

tes de hembras tratadas con T3, por lo tanto es posible inferir que la menor sobrevivencia larval obser-

vada en este grupo, puede ser ocasionada por otros factores diferentes al canibalismo.

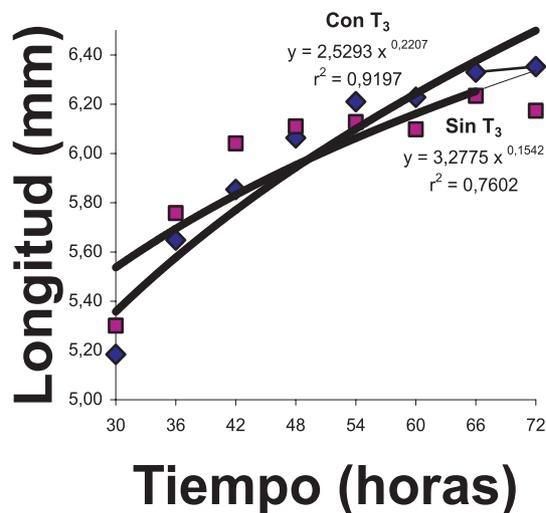


Figura 1: Crecimiento en longitud entre las 32 y 72 h de cultivo de larvas de *Brycon siebenthalae*, provenientes de hembras tratadas o no tratadas con T3.

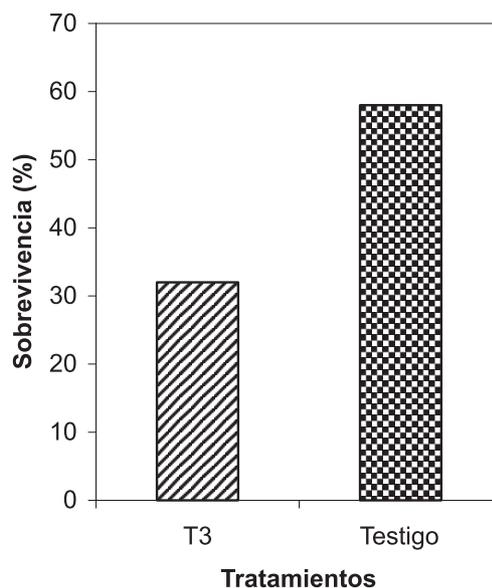


Figura 2. Sobrevivencia final de larvas obtenidas de hembras de *Brycon siebenthalae* tratadas y no tratadas con T3.

DISCUSIÓN

El primer efecto significativo de la administración de la hormona T3 sobre el comportamiento reproductivo de hembras de yamú fue la disminución del tiempo de latencia a la ovulación. Observación similar fue reportada en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) por Sullivan et al. (1989), quienes explicaron el posible efecto sinérgico de la T3 sobre las gonadotropinas, el cual se traduce en un menor tiempo para la ovulación en las hembras tratadas. En algunos peces se ha encontrado que las hormonas tiroideas actúan sinérgicamente con las gonadotropinas (GtH), estimulando la esteroidogénesis gonadal inducida con GtH y el desarrollo de los ovocitos (Tachihara et al 1977, Cyr

y Eales 1988 y Dickhoff et al. 1989), lo cual explicaría el comportamiento aquí encontrado.

El segundo efecto encontrado fue sobre el desarrollo embrionario, el cual se vio acelerado significativamente. Es conocida la presencia de hormonas tiroideas en el vitelo y embriones de teleosteos (Sullivan et al. 1987, Tagawa y Hirano 1987, 1991, Brown et al. 1988, 1989, Leatherland et al. 1989a, b, Tagawa et al. 1990 a, b, Reddy y Lam 1992, Lam 1994 y Soares et al. 1998). Brown et al. (1988,) en *Morone saxatilis*, Kobuke et al. (1987) en *Oncorhynchus kisutch* y Tagawa y Hirano (1987) en *Oncorhynchus keta*, encontraron que las hormo-

nas tiroideas son transferidas por las madres a los ovocitos en desarrollo durante la vitelogénesis y después de esta, como lo confirmaron estudios de Tagawa y Hirano (1991), quienes encontraron un aumento creciente de los contenidos de T3 y T4 en el vitelo con el aumento de tamaño de los ovocitos, indicando una incorporación constante de estas hormonas a los ovocitos por vía materna durante la inducción reproductiva. Brown et al. (1988, 1989) ya habían encontrado que las cantidades hormonales en el vitelo dependen además de las concentraciones presentes en el plasma materno. De otra parte se ha comprobado en distintos vertebrados, incluidos peces, que las hormonas tiroideas aceleran el



desarrollo embrionario y larval, así como la metamorfosis (Inui y Miwa 1985, Miwa y Inui 1987, Hirata et al. 1989, De Jesús et al. 1998). Lo anterior indica que el tratamiento agudo a que fueron sometidas las hembras tratadas con T3 no les afectó notoriamente y que hubo una mayor transferencia de T3 maternal al vitelo de los oocitos durante el proceso inductivo el cual aceleró la ovulación y una transferencia al embrión desde el vitelo durante la embriogénesis, que condujo a una disminución del tiempo de eclosión, sin afectar la fertilidad y sobrevivencia embrionaria. Ayson y Lam (1993), administraron hormonas tiroideas en tratamientos preovulatorios, encontrado que ello aumentó los niveles de T3 y T4 en el plasma materno, vitelo ovocitario y saco vitelino de larvas de rabbit fish. Mylonas et al. (1994), utilizando procedimientos similares en trucha arco iris, confirmaron el aumento tanto en sangre materna como en el vitelo, sin que haya influido sobre la respues-

ta a la ovulación, ni acelerado el desarrollo embrionario y larval como tampoco afectó la tasa de fertilización y sobrevivencia embrionaria, pero si incrementó la prevalencia de anormalidades esqueléticas en las larvas al final de la absorción del saco vitelino. Lo anterior confirma sobre las variadas respuestas que las especies pueden ofrecer a tratamientos como los experimentados.

El efecto de las hormonas tiroideas sobre la sobrevivencia y crecimiento en las primeras horas de vida de larvas de peces es también poco claro y un tanto contradictorio (Lam 1994). El incremento de T3 en los ovocitos por suplementación vía materna incrementa la sobrevivencia larval en trucha arco iris (Brown et al. 1988), tilapia (Reddy y Lam 1992) y matrixâ (Soares 2000), así como aumenta el crecimiento, diferente a lo hallado en este trabajo, en particular la sobrevivencia. En otros peces no se hallaron efectos significativos

(Tagawa y Hirano 1991; Ayson y Lam, 1993).

En cuanto al canibalismo este se inició en hijas de los dos tratamientos a las 32 HPE (Venegas y Lombo 1996; Atencio 2000), coincidiendo con el inicio de la alimentación exógena, como ocurre en otros *Brycon* (Cecarelli 1997, Senhorini 1999 y Soares 2000). Es posible adjudicarle el menor canibalismo observado en larvas de yamú hijas de madres tratadas con T3 a la mayor homogeneidad en la talla, lo cual podría haber prevenido que larvas de mayor tamaño hayan predado más activamente larvas chicas (Hecht y Pienaar 1993). Lo anterior lo explica Urbinati et al. (2001) para fenómeno similar encontrado en larvas de *Brycon cephalus*, asegurando que las hormonas tiroideas estimulan la producción de energía necesaria para la metamorfosis manteniendo un crecimiento más uniforme, como se observó aquí.

La aplicación de 20 mg.kg⁻¹ de hormona triiodotironina simultáneamente con EPC en el protocolo para la reproducción inducida de

hembras yamú no afecta significativamente la respuesta a la ovulación; sin embargo, puede disminuir las latencias a la ovulación

CONCLUSIONES

y eclosión, así como retardar el desarrollo embrionario, sin afectar las tasas de fertilidad y sobrevivencia embrionaria.

Los autores agradecen a COLCIENCIAS y a la Universidad de los Llanos por el apoyo brinda-

do para la realización de este trabajo. A la profesora Elizabeth Aya Baquero por su colaboración du-

rante la realización de los experimentos.

AGRADECIMIENTOS



BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, J. A. 2001. El cultivo del yamú. 2da. Ed. UNILLANOS-AILL-IIOC. Villavicencio, 26p.
- ARIAS, J.A. 2002. Biología reproductiva del yamú *Brycon siebenthalae* (Pisces: Characidae), en cautiverio. Univ. del Valle, Cali, 116 p. (Tesis de Doctorado).
- ATENCIO, V.J. 2000. *Influencia da primeira alimentaVao na alevinagem do Yamú*. UFSC, Brasil. 123p. (Dissertação Mestrado).
- AYSON, F.G., LAM, T.J. 1993. THYROXINE INJECTION OF FEMALE RABBITFISH (*Siganus guttatus*) BROODSTOCK: changes in thyroid hormone levels in plasma, eggs, and yolk-sac larvae, and its effect on larval growth and survival. *Aquaculture*, 109:83-93.
- BROWN, C.L., DOROSHOV, S.I., COCHRAN, M.D., BERN, H.A. 1989. Enhanced survival of striped bass fingerlings after maternal triiodothyronine treatment. *Fish Physiol. Biochem.* 7:295-299.
- BROWN, C.L., DOROSHOV, S.I., NUÑEZ, J.M., HADLEY, C., VANNENNAAM, J., NISHIOKA, R.S., BERN, H.A. 1988. Maternal triiodothyronine injections cause increases in swimbladder inflation and survival rates in larval striped bass, *Morone saxatilis*. *J. Exp. Zool.* 248:168-176.
- BROWN, C.L., SULLIVAN, C.V., BERN, H.A., DICKHOFF, W.W. 1987. Occurrence of thyroid hormones in early developmental stages of teleost fish. *Amer. Fish. Soc. Symp.* 2:144-50.
- CECARELLI, P.S. 1997. *Canibalismo em larvas de matrinxã, Brycon cephalus (Hunter, 1869)*. USP. Brasil. 92p. (Dissertação Mestrado).
- CYR, D.G., EALES, J.G. 1988. Influence of thyroidal status on ovarian function in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *J. Exp. Zool.* 248: pp 81-87.
- DE JESUS, E.G.T., TOLEDO, J.D., SIMPAS, M.S. 1998. Thyroid hormones promote early metamorphosis in grouper (*Epinephelus coioides*) larvae. *Gen. Comp. Endocri.* 112:10-16.
- DICKHOFF, W.W., YAN, L., PLISETKAYA, E.M., SULLIVAN, C.V., SWANSON, P., HARA, A., BERNARD, M.G. 1989. Relationship between metabolic and reproductive hormones in salmonid fish. *Fish Physiol. Biochem.* 7:147-155.
- HECHT, T., PIENAAR, A.G. 1993. A review of cannibalism and implications in fish larviculture. *Jour. W.A.S.* 24(2):246-261.
- HIRATA, Y., KUROKURA, H., KASAHARA, S. 1989. Effects of thyroxine and thiourea on the development of larval red sea bream *Pagrus major*. *Nippon Suis. Gakkaishi*, 55:1189-1195.
- INUI, Y., MIWA, S. 1985. Thyroid hormones induces metamorphosis of flounder larvae. *Gen. Comp. Endocri.* 60:450-454.
- KOBUKE, L., SPECKER, J.L., BERN, H.A. 1987. Thyroxine content in eggs and larvae of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*. *J. Exp. Zool.* 242:89-94.
- LAM, T.J. 1994. Hormones and egg/larval quality in fish. *J. World Aquacult. Soc.* 25:2-12.
- LEATHERLAND, J.F., DOWM, N.E., DONALDSON, E.M., DYE, H.M. 1989a. changes in plasma thyroid hormone levels in pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, during their spawning migration in the Fraser river (Canada). *J. Fish. Biol.* 35:199-205.
- LEATHERLAND, J.F., LIN, L., DOWM, N.E., DONALDSON, E.M. 1989b. Thyroid hormone. contend of eggs and early developmental stages of five *Oncorhynchus* species. *Can. J. Aquat. Fish. Sci.* 46:2140-2145.
- MIWA, S., INUI, Y. 1987. Effects of various doses of thyroxine and triiodothyronine on the metamorphosis of flounder (*Paralichthys olivaceus* Gen. Comp. Endocrinol. 67:356-363.
- MYLONAS, C.C., SULLIVAN, C.V., HINSHAW, J.M. 1994. Thyroid hormones in brown trout (*Salmo trutta*) reproduction and early development. *Fish Physiol. Biochem.* 13(6):485-493.
- REDDY, P.K., LAM, T.J. 1992. Role of the thyroid hormones in tilapia larvae (*Oreochromis mossambicus*): 1. Effects of the hormones and an antithyroid drug on yolk absorption, growth and development. *Fish Physiol. Biochem.* 9:473- 485.



- SENHORINI, J. A. 1999. *A biologia larval do matrinxã *Brycon cephalus* (Hunter, 1869) e da piracanjuba *Brycon Orbignyanus* (Valenciennes, 1849), (Pises Characidae) em viveiros*. U.S.P. 99 p. (Tese de Doutorado).
- SOARES, M.C.F. 2000. *Influência da triiodotironina (T₃) no metabolismo energético e reprodução induzida do Matrinxã (*Brycon cephalus*) Günther, 1869. TELEOSTEI. CHARACIDAE*. UNEP. Jaboticabal, SP. 142 p. (Tese de Doutorado).
- SOARES, M.C.F., URBINATI, E.C., SENHORINI, J.A. 1999. Níveis plasmáticos de triiodotironina (T₃) e sua utilização na reprodução induzida do Matrinxã, *Brycon cephalus* (Pisces, Teleostei, Characidae). p. 286. En: XIV Reun. An. Fed. Soc. Biol. Exp. Caxambu, SP, Brasil.
- SULLIVAN, C.V., BERNARD, M.G., HARA, A., DICKHOFF, W.W. 1989. Thyroid hormones in trout reproduction: enhancement of gonadotropin-releasing hormone analogue and partially purified salmon gonadotropin-induced ovarian maturation *in vivo* and *in vitro*. J. Exp. Zool. 250:188-195.
- SULLIVAN, C.V., IWAMOTO, R.N., DICKHOFF, W.W. 1987. Thyroid hormones in blood plasma of developing salmon embryos. Gen. Comp. Endocrinol. 65:337-345.
- TACHIHARA, K., EL-ZIBDEH, M., ISHIMATSU, A., TAGAWA, M. 1977. Improved seed production of goldstriped amberjack *Seriola lalandi* under hatchery conditions by injection of triiodothyronine (T₃) to broodstock fish. J. W.A.S. 28:34-44.
- TAGAWA, M., HIRANO, T. 1987. Presence of thyroid hormones in eggs and changes in its content during early development of chum salmon *Oncorhynchus keta*. Gen. Comp. Endocrinol. 68:129-135.
- TAGAWA, M., HIRANO, T. 1991. Effects of thyroid hormones deficiency in eggs on early development of medaka, *Oryzias latipes*. J. Exp. Zool. 25(7): 360-366.
- TAGAWA, M., TANAKA, M., MATSUMOTO, T., HIRANO, T. 1990b. Thyroid hormones in eggs of various freshwater, marine and diadromous teleosts and their changes during egg development. Fish Physiol. Biochem. 8:515-520.
- TAGAWA, M.; MIWA, S., INUI, Y., DE JESUS, E.G., HIRANO, T. 1990a. Changes in thyroid hormone concentrations during early development and metamorphosis of the flounder *Paralichthys olivaceus*. Zool. Sci. 7:93-96.
- URBINATI, E.C., VÁSQUEZ, L.H., SENHORINI, J.A. 2001. Efeito da triiodotironina no desenvolvimento inicial de matrinxã (*Brycon cephalus*). Pp. 23-27 en: III Sem. Internal. Acuicul. U. Nal. Bogotá.
- VENEGAS, S.V., LOMBO, H.A. 1996. *Larvicultura y alevinaje del Yamú *Brycon siebenthalae* Eingenmann. 1912, en cautiverio*. Universidad de La Salle, Bogotá, 67p. (Trabajo de Pregrado).
- WOYNAROVICH, E., HORVATH, L.A. 1983. *Propagação artificial de peixes de águas tropicais: Manual de extensão*. FAO/CODEVASF/CNPq, Brasília, 220p.