

Variação Periódica da Triiodotironina (T_3) Plasmática e sua Ação na Reprodução Induzida do Matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) em Cativeiro¹

Maria do Carmo Figueredo Soares², Elisabeth Criscuolo Urbinati³, José Augusto Senhorini⁴

RESUMO - O matrinxã, *Brycon cephalus*, espécie nativa oriunda da Bacia Amazônica, apresenta características adequadas para a piscicultura. Entretanto, trata-se de peixe reofílico, sendo necessário manejo adequado para induzir à reprodução. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o perfil da triiodotironina (T_3) plasmática no matrinxã, durante 16 meses (outubro/97 a janeiro/99), relacionando-o com a maturação sexual, além de testar a ação do T_3 associado ao extrato pituitário de carpa na reprodução induzida da espécie. O experimento foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais – CEPTA, Pirassununga, SP, e no Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – UNESP. Foram amostrados, mensalmente, 8 a 12 peixes, de ambos os sexos, totalizando 173 animais, de onde retirou-se sangue para dosagem do T_3 plasmático. As gônadas foram removidas para análise histológica com identificação do sexo e determinação do estágio de maturação. Analisaram-se testículos e ovários de 161 peixes em corte transversal, tendo predominado machos (63,35%) e o estágio sexual imaturo entre ambos. A concentração plasmática de T_3 foi maior de dezembro a janeiro, para machos e fêmeas, coincidindo com o período de maior atividade reprodutiva da espécie e maiores temperaturas da água. Em janeiro/99, reprodutores de matrinxã foram induzidos com extrato de pituitária de carpa (EPC) associado à administração de T_3 (20 mg/kg em 0,1 mL de suspensão oleosa). Os resultados sugeriram que o T_3 atuou sinergicamente à gonadotropina do extrato hipofisário e que o tratamento agudo de triiodotironina com o EPC pode estimular o eixo hipotálamo-hipófise-ovário. O tempo de eclosão das larvas provenientes das fêmeas tratadas com o T_3 foi menor e o crescimento inicial e a sobrevivência dessas larvas, maiores.

Palavras-chave: gônadas, peixe de água doce, temperatura, triiodotironina (T_3)

Periodic Variation of Plasma Triiodotironina (T_3) and its Effect on the Induced Reproduction of Matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869)

ABSTRACT - The matrinxã, *Brycon cephalus*, native specie from the Amazonian Basin, shows good characteristics for farming. It is a migrating fish, being necessary an appropriate handling to induce its spawning. The objective of this work was to characterize the profile of plasma triiodotironina (T_3) in matrinxã, during 16 months (October/97 to January/99), associated to the sexual maturation, besides testing T_3 action associated to the carp pituitary extract in the induced reproduction. The experiment was carried out at the National Center of Research of Tropical Fish, CEPTA, Pirassununga, SP, and at the Animal Morphology and Physiology Department, of the University of São Paulo State, UNESP, Jaboticabal, SP. A total of 173 one and half year old matrinxã were sampled. Monthly, from eight to twelve fish, of both sexes, were bled for plasma T_3 determination. The gonads were collected for histological identification of the sex and maturation stage. Testes and ovaries of 161 fish were observed, prevailing males (63.35%) and immature sexual stage. The concentration of plasma T_3 was higher from December to January, both in males and in females, coinciding with the period of higher reproductive activity of the species and higher temperatures of the water. On January/99, breeders were induced with extract of carp pituitary (ECP), associated to the administration of T_3 (20mg kg⁻¹ in 0.1 ml oil solution). Results suggest that T_3 played a synergistic role to the gonadotropin of the ECP, and a short-term treatment of ECP associated to triiodothyronine can stimulate the hypothalamus-hypophysis-ovary axis. The hatching time of the larvae from females treated with T_3 was lower than the control ones. The initial growth and percent survival that larvae were better.

Key Words: freshwater fish, gonads, temperature, triiodothyronine (T_3)

Introdução

A reprodução é um fenômeno típico e específico dos recursos naturais renováveis, isto é, a capacidade para sustentação do estoque depende da propagação

ou reprodução de cada recurso biológico aproveitável. Portanto, para que a criação em grande escala de qualquer organismo destinado ao consumo humano seja suficiente, o recurso deve ser facilmente renovável (Harvey & Hoar, 1993). A produção de peixes atra-

¹ Parte da tese de doutorado apresentada ao Programa de pós-Graduação em Zootecnia da UNESP/Jaboticabal.

² Professora Adjunto do Departamento de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. E.mail: mcfs@ufrpe.br

³ Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP) e Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, SP. E.mail: bethurb@caunesp.unesp.br

⁴ Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais- CEPTA/IBAMA - Pirassununga, SP.

vés da aquíicultura tem aumentado rapidamente nos últimos anos. Um importante fator deste crescimento tem sido a aplicação da biotecnologia no controle da reprodução (Donaldson, 1996).

Dada a complexidade das inter-relações endócrinas e metabólicas associadas ao processo reprodutivo, torna-se difícil determinar o efeito que ocorre ao se administrar um hormônio direto, o GnRH sintético e seus análogos, ou mesmo a gonadotropina (GtH), presente no extrato bruto de pituitária, utilizados para induzir a reprodução de peixes, em função da regulação por conexões hormonais secundárias. Hurlburt (1977) demonstrou que os hormônios tireóideos podem ter importante função na maturação ovariana e foi notado que picos da atividade tireóidea coincidem com a maturação gonadal em alguns teleósteos (Sage, 1979).

Assim, os hormônios tireóideos (HTs) também influenciam o controle da reprodução de peixes, embora sua função específica não esteja claramente identificada (Eales, 1979; Leatherland, 1987). Em alguns peixes, os HTs parecem influenciar sinergicamente a gonadotropina (GtH), aumentando a indução gonadal pelos esteróides e o desenvolvimento dos ovócitos (Hurlburt, 1977; Leatherland, 1987; Cyr & Eales, 1988, a, b; Dickhoff et al., 1989; Sullivan et al., 1989).

Sullivan et al. (1989) mostraram que T3 aumentou significativamente o potencial do hormônio liberador de gonadotropina sintética análoga de mamífero (GnRH_a), na indução da ovulação em truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), presumivelmente pela potencialização da GtH. Administração de hormônios tireóideos em fêmea reprodutora de truta-arco-íris mostrou aumento no crescimento, inflação mais rápida da bexiga natatória e maior sobrevivência da prole (Brown et al., 1988; Ayson & Lam, 1993).

Além disso, os hormônios tireóideos e os esteróides parecem estimular o comportamento dos salmões, sugerindo-se que o aumento na concentração destes hormônios pode ser o gatilho que desencadeia o comportamento migratório, rio abaixo de *Oncorhynchus coho* e *O. masu* (Hoar & Hickman, 1975; Yamada et al. 1993).

Variações da temperatura que ocorrem ao longo do ano também influenciam a função da tireóide em peixes (Eales & Brown, 1993). A taxa de degradação de tiroxina (T4) e triiodotironina (T3) e a conversão de T4 a T3 aumentaram de 3 a 4 vezes quando trutas que estavam a 5°C foram aclimatadas a 19°C (Eales et al., 1986).

Embora o envolvimento dos hormônios tireóideos em aspectos associados à reprodução e ao metabolismo energético dos peixes encontre-se consubstanciado (Donaldson et al., 1979), dados do seu emprego nas espécies tropicais brasileiras são escassos.

Procurou-se, então, observar a concentração do T3 e sua influência na reprodução de um peixe sul-americano, o *Brycon cephalus*. Sendo uma espécie migratória, não se reproduz naturalmente em tanques e viveiros, tornando-se necessário um manejo adequado para induzir sua reprodução. Para peixes do gênero *Brycon*, os trabalhos pioneiros de reprodução induzida utilizaram o método da hipofiseção, que continua sendo usado (Eckmann, 1984; Sato et al., 1988; Bernardino et al., 1993).

O objetivo deste estudo foi caracterizar o perfil da triiodotironina (T3) plasmática no matrinxã (*B. cephalus*), durante 16 meses, relacionando-o com o desenvolvimento gonadal e testar sua influência associado ao extrato pituitário de carpa (EPC), na reprodução induzida, visando melhorar este processo e o desenvolvimento inicial da espécie.

Material e Métodos

Animais e amostragem

Na primeira fase do experimento, amostraram-se mensalmente 8 a 12 exemplares de matrinxã, *Brycon cephalus*, com idade inicial de 1 ano e 10 meses e peso médio inicial de 660 g e 720 g para machos e fêmeas respectivamente, durante 16 meses (outubro/97 a janeiro/98).

Os animais capturados de viveiros, no Centro Nacional de Pesquisas de Peixes Tropicais, CEPTA/IBAMA, Pirassununga, SP, foram deixados em jejum por 24 h, em tanques de contenção sendo anestesiados com benzocaína (1 g/15 L) e, coletadas amostras de sangue, com seringas heparinizadas, por punção da veia caudal de um total de 173 exemplares. Após centrifugação, separou-se o plasma, congelando-o para posterior análise da triiodotironina (T3), feita por radioimunoensaio (RIA) de fase sólida, com hormônio marcado com ¹²⁵I, utilizando-se kits Coat-A-Count, T3 Total, da Diagnostic Products Corporation (DCP).

O peixe foi mensurado em seu peso total, fazendo-se um corte ventral para observação e retirada das gônadas que foram pesadas para cálculo do índice gonadossomático (IGS), expresso pela relação: $IGS = Pg/Pt \times 100$, em que: Pg = peso da gônada (g); Pt = peso total (g).

Fragmentos do ovário e testículo foram retirados

na seção mediana, com fixação imediata em Bouin, seguindo a técnica de inclusão em parafina para análise histológica, com coloração de hematoxilina-eosina (Behmer et al., 1976), para identificação do sexo e caracterização do estágio de maturação sexual. Utilizou-se, como referência, uma escala de maturidade descrita para a espécie *Brycon cephalus* por Zaniboni Filho & Resende (1988), que consta de quatro estádios, denominados A, B, C e D, correspondentes a imaturo, em maturação, maduro e esvaziado, respectivamente. Foram analisadas 161 gônadas em nível de microscopia óptica.

Para melhor caracterização ambiental do local de criação, foi observado a temperatura superficial da água dos viveiros, utilizando-se oxigenômetro YSI modelo 55, provido de termistor acoplado à sonda, com o qual fez-se as leituras, nas respectiva escala, expressa em °C.

Indução à reprodução

Na segunda fase do experimento, em janeiro de 1999, matrinxãs foram induzidos à reprodução, utilizando-se seis fêmeas com peso corporal entre 1.300 e 2.000 g e seis machos com peso médio de 1.300 g e 3 a 4 anos de idade.

Capturaram-se os peixes nos viveiros, adotando-se os critérios de identificação dos caracteres sexuais secundários (volume e flacidez ventral das fêmeas e espermição dos machos) para seleção dos reprodutores. Os peixes foram transportados para dois tanques de contenção, com água corrente (20 L/min), onde permaneceram separados por sexo.

Seis horas após captura, foi iniciado o processo de indução hormonal, onde três fêmeas receberam extrato pituitário de carpa (EPC), em duas aplicações, sendo a primeira de 0,5 mg/kg, (dose preparatória) e, após intervalo de 8 horas, a segunda de 5,0 mg/kg (dose decisiva). Outras três fêmeas receberam o mesmo tratamento anterior, acrescido de uma dose do hormônio T₃ (3,5,3'-L-tironina) na forma de L-triiodotironina sódica, no momento da primeira dose de EPC, na concentração de 20 mg/kg em 0,1 mL de suspensão oleosa.

As fêmeas controle também receberam a suspensão oleosa porém, sem o T₃. Os machos receberam uma única dose de EPC (1,0 mg/kg), logo após a segunda aplicação do extrato nas fêmeas. As injeções de EPC foram administradas raperitonalmente, tendo como veículo solução salina (0,5-1,0 mL/kg), enquanto as injeções de T₃ foram intramusculares,

na região do pedúnculo caudal.

Registrou-se a temperatura da água para determinação do número de horas-grau e o momento de extrusão dos gametas. A extrusão foi realizada por massagem na região ventral dos reprodutores. A fertilização foi realizada a seco e após hidratação dos ovos, estes foram transferidos para incubadora modelo húngaro, com capacidade de 60 litros. Foram observados dados referentes à taxa de fertilização e tempo de eclosão das larvas.

Larvicultura

Utilizaram-se as larvas de *Brycon cephalus*, provenientes da reprodução induzida para verificação do crescimento e sobrevivência. Com aproximadamente 30 horas após a eclosão, as larvas foram transferidas para 10 aquários de 39,7 L (28 x 33 x 43 cm), com aeração constante, sendo usados dois tratamentos, com cinco repetições, em um delineamento inteiramente casualizado, sendo colocadas 10 larvas por litro de água, ou seja aproximadamente 200 larvas/aquário. No início deste acompanhamento, as larvas apresentavam abertura bucal e absorção parcial do saco vitelínico. Os tratamentos 1 e 2 são descritos a seguir: 1) larvas procedentes de fêmea que recebeu T₃ e extrato pituitário de carpa (EPC) e 2) larvas procedentes de fêmea que recebeu apenas o EPC.

As larvas foram alimentadas, duas vezes ao dia, às 9 e 17 h, com plâncton selvagem, coletados com rede de malha fina (350 µm), em viveiros do CEPTA, constituído predominantemente por cladóceros e copépodos. O plâncton foi fornecido *ad libitum*, durante todo o experimento, sempre observando-se a sobra deste alimento que sinalizava o momento da suspensão. Receberam, ainda, uma alimentação artificial, sob a forma de ração farelada, com 30,9% de proteína bruta, quatro vezes ao dia, às 9, 12, 16 e 21 h, na quantidade de 2 g a cada alimentação, por unidade experimental (aquário), durante os três primeiros dias e 4 g nos 15 dias restantes.

As larvas foram amostradas aos 1, 6, 9, 12 e 18 dias de cultivo, retirando-se os indivíduos de cada aquário, com auxílio de puçá de 3 mm de malha. Foram fixadas com formol neutralizado a 4%, sendo, posteriormente, mensuradas quanto ao comprimento total, com paquímetro, e pesadas, individualmente, em balança analítica.

Ao término do período de larvicultura (18 dias),

efetuou-se a retirada total dos alevinos, com puçá de malha de 2 mm, realizando-se a contagem um a um e estimando-se a taxa de sobrevivência final.

Análise estatística

Para análise estatística dos dados, utilizou-se o SAS (Statistical Analyses System), principalmente o módulo para análises estatísticas, o SAS/STAT, versão 6.12. Efetuou-se análise de variância pelo procedimento GLM (General Linear Models) do SAS, considerando um delineamento em parcelas e parcelas subdivididas com dois fatores: sexo e bimestre. Todos os dados das amostragens da primeira fase do experimento foram agrupados em períodos que corresponderam a bimestres.

Resultados e Discussão

Caracterização reprodutiva

Em nível de microscopia óptica, foram observados testículos e ovários de 161 peixes em corte transversal para identificação do sexo dos indivíduos, encontrando-se histologicamente, machos (63,35%) fêmeas (33,54%) e indivíduos com gônadas masculina e a presença de alguns ovócitos na mesma (3,11%). A ocorrência destes cinco indivíduos com gônadas de

características anatomo-morfológicas de macho, contendo ovócitos na fase perinucleolar dentro do tecido testicular não levou ao enquadramento de hermafrodita pois a presença de ovócitos, em diferentes espécies de peixes machos normais, tem sido relatada na literatura (Clark & Grier, 1985)

Os ovários de *Brycon cephalus* mostraram células germinativas, nas fases I (ovogônias) e II (perinucleolar), com o núcleo contendo numerosos nucléolos, indicando o estágio imaturo, característico de indivíduos que ainda não iniciaram sua primeira maturação sexual, sendo considerados jovens, e de adultos em repouso gonadal, entre dois períodos reprodutivos.

Os testículos mostraram microscopicamente a presença de cistos contendo espermatogônias e cistos com espermatogônias, espermatócitos e em alguns túbulos seminíferos, foram encontrados espermatozoides ocupando o lúmen, caracterizando indivíduos nos estádios imaturo e em maturação.

Os valores médios do índice gonadossomático (IGS) para fêmeas e machos são apresentados na Figura 1, caracterizando valores baixos que não representam mais do que 0,5% do peso total do animal, indicando indivíduos na fase inicial do desenvolvimento gonadal.

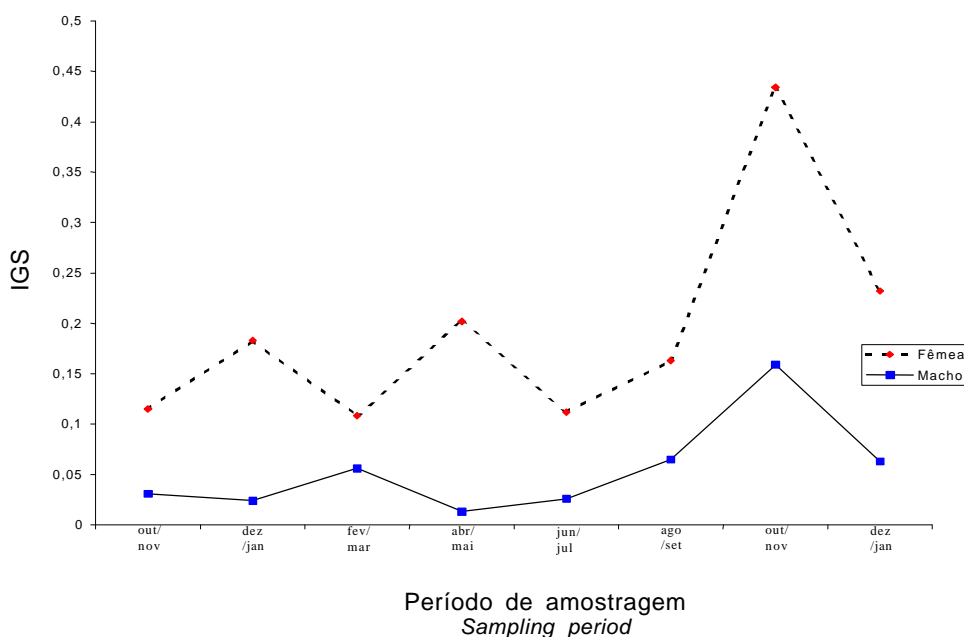


Figura 1 - Índice gonadossomático (IGS) médio para o matrinxã, *Brycon cephalus*, no período de outubro/97 a janeiro/99.

Figure 1 - Average gonadosomatic index (IGS) of matrinxã, *Brycon cephalus*, from October/97 to January/99.

Tabela 1 - Valores médios, valores de F, probabilidade (P) e coeficiente de variação (CV), obtidos da análise de variância, para a triiodotironina plasmática do matrinxã, *Brycon cephalus*

Table 1 - Average values, F values, probability (P) and coefficient of variation (CV) of plasma triiodothyronine in matrinxã *Brycon cephalus*

Estatística Statiscal	Triiodotironina plasmática(ng/mL) Plasma triiodothyronine
F para sexo (s) F for sex	5,03 (0,0270) ¹
F para bimestre (b) F for 2 months	16,23 (0,0001)
F para interação s x b F for interaction s x b	1,36 (0,2304)
CV(%) parcela CV(%) parcel	44,52
CV(%) subparcela CV(%) subparcel	47,30
Bimestres 2 months	Médias Averages
1 (out/nov/97)	4,31 ^b
2 (dez/97/jan/98)	4,56 ^b
3 (fev/mar/98)	3,73 ^{bc}
4 (abr/mai/98)	2,70 ^{cd}
5 (jun/jul/98)	2,37 ^d
6 (ago/set/98)	1,47 ^d
7 (out/nov/98)	1,64 ^d
8 (dez/98/jan/99)	6,32 ^a

(¹) = Valor da probabilidade (P).
Médias seguidas de letras iguais, não diferem (P>0,10) entre si pelo teste Tukey.

(¹) = Probability value (P).
Averages followed by the same letters do not differ (P>.10) by Tukey test.

Triiodotironina (T₃) plasmática

Constam na Tabela 1 os resultados da análise de variância da concentração plasmática de triiodotironina do matrinxã, *Brycon cephalus*, tendo-se agrupado os dados por bimestre e por sexo. Pelos valores de F verifica-se que houve efeito significativo para sexo e bimestre, entretanto, com relação a interação sexo x bimestre o efeito foi não significativo. Verifica-se, na Figura 2 e Tabela 2, o desdobramento da análise, sendo a diferença de sexos dentro dos bimestres significativamente diferente no 5º bimestre (junho e julho, 1998). Observou-se que os maiores valores de T₃ foram encontrados para ambos os sexos no 8º bimestre (dezembro/98 e janeiro/99), sendo significativamente diferentes (Tabela 1; Figura 2) dos demais bimestres, indicando aumento da concentração endógena deste hormônio relacionado ao período reprodutivo da espécie, a qual, quando se encontra no ambiente natural, tem reprodução nesta época. No bimestre anterior (7º

bimestre), o IGS atingiu os maiores valores tanto para machos quanto para fêmeas (Figura 1), indicando tendência deste lote de peixes se preparar para reprodução, embora a maioria, sob condições de cativeiro, não tenha alcançado o estágio de maturação sexual C (maduro).

Os hormônios tireóideos, desde longa data, têm sido relacionados à reprodução de vertebrados, incluindo os peixes (Hurlburt, 1977; Sower et al., 1985; Leatherland, 1987; Cyr & Eales, 1988, a, b; Dickhoff et al., 1989; Leatherland et al., 1989; Sullivan et al., 1989; Cyr & Eales, 1996; Holloway et al., 1999). A existência de receptores destes hormônios nas células gonadais de diferentes espécies e anormalidades reprodutivas pela sua deficiência indica seu papel na fisiologia reprodutiva. Ligações de T₃ no receptor nuclear da célula granulosa de rato aumentaram grandemente a sínteses de proteína e progesterona (Bhattachyara et al., 1996).

Temperatura na água dos viveiros e relação com o T₃

Em relação à qualidade da água no viveiro, verificou-se que a temperatura ao longo do período de amostragem apresentou o valor mais baixo nos meses de junho e julho/98, correspondente ao 5º bimestre (Figura 3).

Neste estudo, verificaram-se quedas na concentração de T₃, concomitantemente, quando a temperatura começou a cair. Os maiores valores de T₃ foram encontrados na época da reprodução, quando também a temperatura da água do viveiro esteve mais alta (Figuras 2 e 3). No 5º bimestre, quando a temperatura da água do viveiro de criação atingiu seus valores mais baixos, a concentração de T₃ foi baixa e a diferença de concentração entre machos e fêmeas, significativa (Tabela 2).

O efeito da temperatura na função tireóidea endógena em salmonídeos requer melhores esclarecimentos, embora estudos utilizando critérios radioquímicos tenham exibido aumento da atividade em altas temperaturas (Eales et al., 1991; Leatherland et al., 1980). Variações da temperatura que ocorrem ao longo do ano influenciam a função da tireóide em peixes (Eales & Brown, 1993). As flutuações nas concentrações endógenas de T₃ parecem sofrer influências de fatores bióticos e abióticos (Brett, 1979). O processo reprodutivo é regulado por fatores endógenos (hormônios) e exógenos (ambientais) e, segundo Harvey & Hoar (1993), a importância dos estímulos ambientais na reprodução dos teleosteos reside no fato

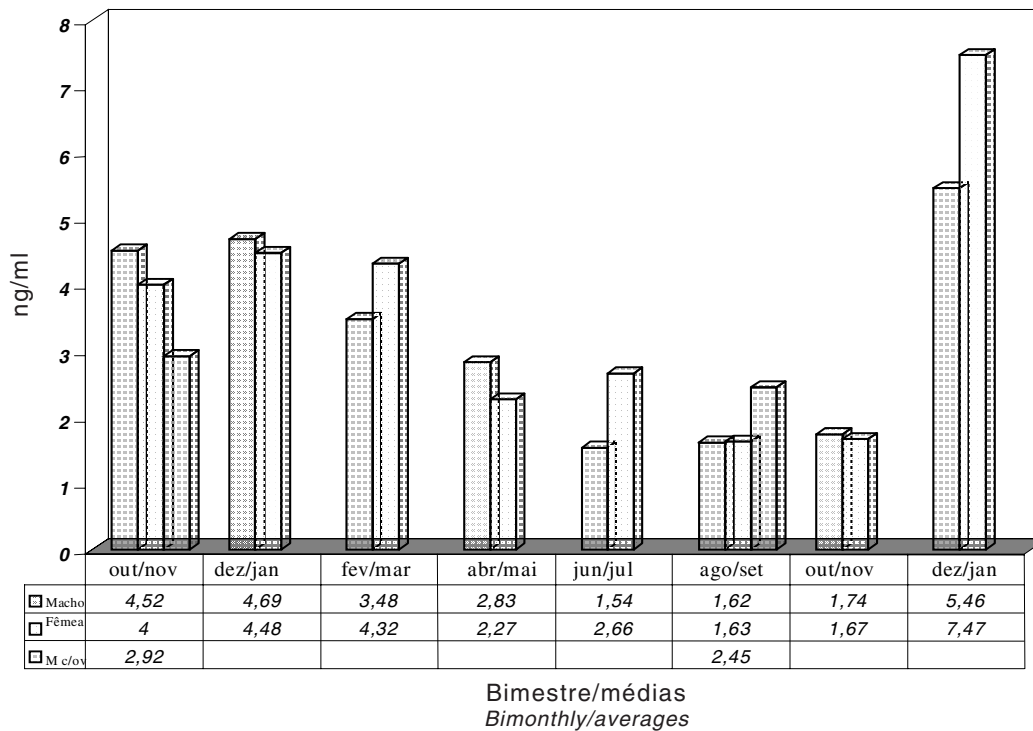


Figura 1 - Índice gonadosomático (IGS) médio para o matrinxã, *Brycon cephalus*, no período de outubro/97 a janeiro/99.

Figure 1 - Average gonadosomatic index (IGS) of matrinxã, *Brycon cephalus*, from October/97 to January/99.

Tabela 2 - Valores de F, probabilidade (P), coeficientes de variação (CV) e médias obtidas por análise de variância para a concentração plasmática de triiodotironina (T_3) do matrinxã, *Brycon cephalus*

Table 2 - Values of F, probability (P), coefficient of variation (CV) and averages obtained by variance analysis for plasma levels of triiodothyronine (T_3) of matrinxã, *Brycon cephalus*

Bimestres Bimonthly	Out/Nov 1997	Dez/Jan 1997/98	Fev/Mar 1998	Abr/Mai 1998	Jun/Jul 1998	Ago/Set 1998	Out/Nov 1998	Dez/Jan 1998/99
Estatística Statistical	1	2	3	4	5	6	7	8
F por sexo F for sex	2,39	0,07	1,98	0,42	10,05*	0,89	0,02	1,21
Valor de P Value of P	0,1184	0,7877	0,1740	0,5241	0,0046	0,4293	0,8985	0,2945
CV(%)	28,05	35,05	36,94	63,22	37,12	48,51	57,10	51,37
Médias de T_3 p/macho Averages of T_3 /male	4,52	4,69	3,48	2,83	1,54	1,62	1,74	5,46
Médias de T_3 p/fêmeas Averages of T_3 /female	4,00	4,48	4,32	2,27	2,66	1,63	1,67	7,47
Médias p/ macho c/ov. Averages for male with oocytes	2,92	-	-	-	-	2,45	-	-

* Significativo ($P < 0,05$) (Significant, $P < .05$).

de os sistemas nervoso e endócrino dos vertebrados atuarem organizadamente, coordenando o processo.

Indução hormonal da reprodução

Constam na Tabela 3 os dados de três fêmeas induzidas, que eliminaram ovócitos através de extrusão (pressão abdominal) com fluência, sendo que duas receberam EPC e T₃ e uma apenas o EPC.

A extrusão dos ovócitos foi realizada aproximadamente 5 horas após a última aplicação do EPC, equivalendo a um intervalo de 137-144 horas graus. Obtiveram-se, aproximadamente, 250 g de ovócitos da primeira fêmea, 50 g da segunda e 130 g da terceira

fêmea. Os ovócitos foram transferidos para incubadoras de 60 L e apresentavam coloração esverdeada e diâmetro médio de 1.100 mm. Após 6 horas de incubação, registraram-se a taxa de fertilização de cada fêmea e o tempo de eclosão das larvas (Tabela 3). O intervalo de eclosão das larvas descendentes das fêmeas 1 e 2 que receberam o T₃ em relação à fêmea 3 (controle) diminuiu em 1:15h e 1:35h, respectivamente.

Na reprodução induzida, as fêmeas que receberam o T₃ apresentaram resposta positiva ao processo, sugerindo que este hormônio atuou sinergicamente à gonadotropina do extrato de hipófise, indicando que o

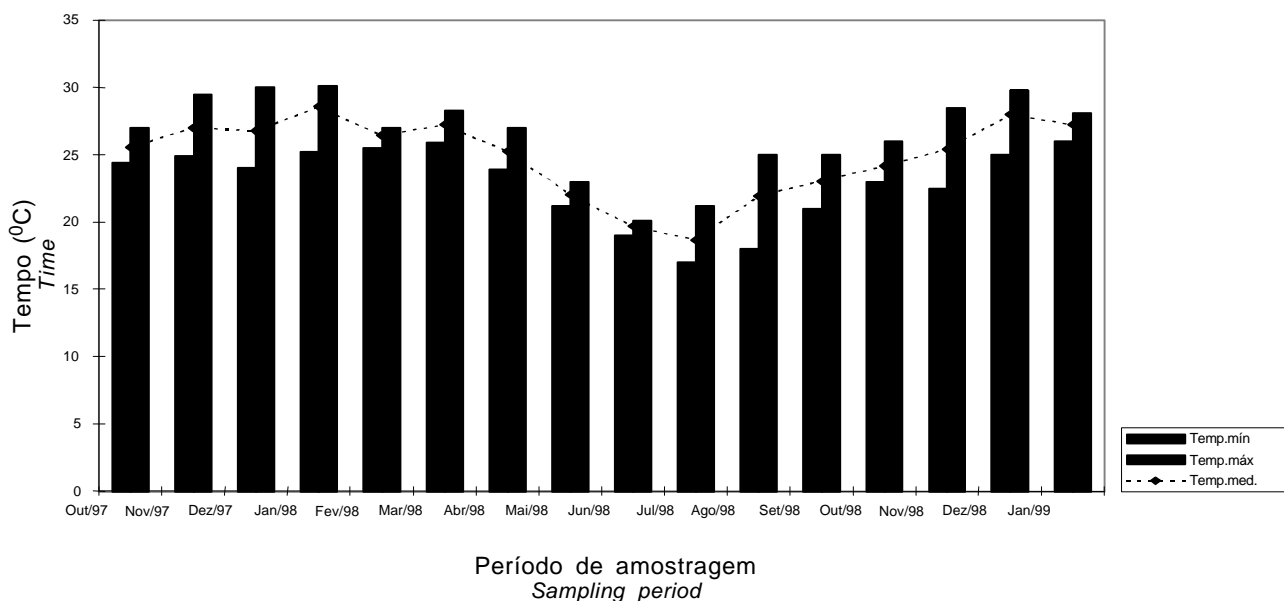


Figura 3 - Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais da água dos viveiros do matrinxã no CEPTA, Pirassununga, SP.

Figure 3 - Medium, maximum and minimum monthly water temperatures of the matrinxã pond in CEPTA, Pirassununga, SP.

Tabela 3 - Respostas das fêmeas do matrinxã, *B. cephalus*, submetidas à reprodução induzida na presença(+) e ausência (-) do T₃

Table 3 - Responses of matrinxã females, *B. cephalus*, submitted to the reproduction induced in the presence (+) and absence (-) of T₃

Peixe n. Fish n.	Peso (g) Weight	T ₃ (mL)*	Extrusão-UTA Extrusion (hora-grau) (hour-degree)	Quantidade de ovócitos Amount of oocyte	Taxa de fertilização (%) Fertilization rate	Hora de eclosão (h) Hatching time
1	1300	+	137,75	250g	10	11:20
2	1300	+	141,07	50g	90	11:00
3	1300	-	144,40	130g	85	12:35

20 mg/kg em suspensão oleosa (20 mg/kg in oil solution).

OBS: As fêmeas foram induzidas à reprodução quase simultaneamente (OBS: The females were induced to the reproduction almost simultaneously).

tratamento agudo com T3 pode estimular o eixo hipotálamo-hipófise-ovário. Esses resultados concordam com os obtidos por Sullivan et al. (1989) que mostraram o T3 aumentando significativamente o potencial do hormônio liberador de gonadotropina sintética análoga de mamífero (GnRHa) na indução da ovulação em truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), presumivelmente pela potencialização do GtH.

Ficou também evidenciada, neste experimento, diminuição do tempo de eclosão das larvas das fêmeas 1 e 2 (Tabela 3) que receberam o T3, em relação à fêmea 3 (controle). Esse resultado corrobora os de Tachiara et al. (1977), onde se destaca que o T3 é a forma ativa do hormônio tireóideo e, sozinho, pode aumentar a taxa de eclosão de peixes desovados sob condições artificiais.

Crescimento inicial das larvas e sobrevivência

Constam na Tabela 4 os dados da análise de variância, mostrando que os dois fatores estudados (presença e ausência do T3 x períodos) tiveram efeito significativo sobre as variáveis comprimento e peso. O estudo da interação para comparação das médias utilizando o teste de Tukey (Tabela 5) mostrou que existem diferenças significativas ($P < 0,05$) no comprimento e peso iniciais das larvas, tendo o grupo experimental valores mais elevados. Este fato pode ser explicado pela ação do T3, acelerando o desenvolvimento inicial, pois, neste grupo, a eclosão das larvas foi antecipada em 1h e 35 minutos.

No 6º dia de cultivo, tanto comprimento quanto peso continuaram maiores no grupo experimental,

Tabela 4 - Valores de F, probabilidade (P) e coeficientes de variação (CV) obtidos da análise de variância, para peso e comprimento das larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*

Table 4 - Values of F, probability (P), coefficient of variation (CV) obtained by analysis of variance for weight and length of matrinxã larvae, *Brycon cephalus*

Estatística <i>Statistical</i>	Parâmetros <i>Parameters</i>	
	Comprimento (mm) <i>Length (mm)</i>	Peso (g) <i>Weight (g)</i>
F para tratamento (t) <i>F for treatment (t)</i>	33,76(0,0001) ¹	10,61(0,0014) ¹
F para períodos (p) <i>F for period (p)</i>	628,19(0,0001)	83,04(0,0001)
F para interação t x p <i>F for interaction t x p</i>	9,06(0,0001)	6,50(0,0001)
CV(%) parcela <i>CV(%) parcel</i>	24,00	148,37
CV(%) subparcela <i>CV(%) subparcel</i>	16,83	93,68

()¹ = Valor da probabilidade (P)

()¹ = Probability value (P).

Tabela 5 - Valores médios dos comprimento e peso total das larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, durante a larvicultura com 18 dias de duração

Table 5 - Average values of length and total weight of matrinxãs larvae, *Brycon cephalus*, during the larviculture with 18 days of duration

Variáveis <i>Variables</i>	Grupos <i>Groups</i>	Dias de larvicultura				
		1	6	9	12	18
Comp.(mm) <i>Length (mm)</i>	Controle <i>Control</i>	6,19 ^{Bd}	7,74 ^{Bd}	11,27 ^{Ac}	15,93 ^{Ab}	27,28 ^{Aa}
	Experimental <i>Experimental</i>	6,33 ^{Ad}	8,89 ^{Ac}	10,89 ^{Abc}	12,95 ^{Bb}	22,98 ^{Ba}
Peso (g) <i>Weight (g)</i>	Controle <i>Control</i>	0,0008 ^{Bb}	0,0031 ^{Ab}	0,0118 ^{Ab}	0,0572 ^{Ab}	0,3046 ^{Aa}
	Experimental <i>Experimental</i>	0,0010 ^{Ab}	0,0039 ^{Ab}	0,0169 ^{Ab}	0,0305 ^{Bb}	0,1668 ^{Ba}

Médias seguidas de letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem ($P > 0,05$) entre si pelo teste Tukey.

Means followed by the same small letters in the lines and capital letters in the columns do not differ ($P > 0,05$) by Tukey test.

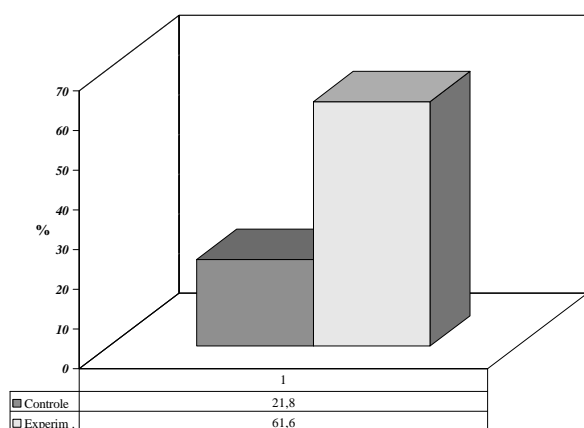


Figura 4 - Sobrevivência final das larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, dos grupos controle (sem T₃) e experimental (com T₃) após 18 dias de cultivo.

Figure 4 - Final survival of the matrinxã larvae, *Brycon cephalus*, of the groups control (without T₃) and experimental (with T₃) after 18 days of cultivation.

embora a diferença seja significativa apenas para comprimento. No 9^o dia, as larvas de ambos os grupos tinham tamanhos aproximadamente iguais, com as médias não diferindo estatisticamente ($P > 0,05$). A partir daí, as larvas controle atingiram valores mais elevados e significativamente diferentes ($P < 0,05$), em função de que o canibalismo, na fase inicial da vida destes peixes, foi mais acentuado no controle resultando em baixa taxa de sobrevivência deste grupo (Figura 4).

A administração de hormônios tireóideos em fêmea reprodutora de truta arco-iris mostrou aumento no crescimento, inflação mais rápida da bexiga natatória e maior sobrevivência da prole, sugerindo transferência materna (Brown et al., 1988; Ayson & Lan, 1993).

Conclusões

Os resultados sugeriram interação entre a temperatura e a concentração endógena de T₃, com flutuações ao longo do período.

O T₃ mostrou-se eficaz em relação à indução da ovulação, com diminuição do tempo de eclosão das larvas para a espécie *Brycon cephalus*.

O tratamento das fêmeas com T₃ indicou uma transferência materna à prole, proporcionando maior taxa de sobrevivência final.

Agradecimento

Os autores agradecem o apoio institucional do CEPTA/IBAMA, pelas facilidades na instalação do experimento na pessoa do seu gerente, Dr. Geraldo Bernardino e a todos os funcionários que estiveram envolvidos neste trabalho, destacando Damares Percim Roviero, Luís Alberto Gaspar e Orandi Matheus.

Literatura Citada

- AYSON, F.D.; LAM, T.J. 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**, v.109, p.83-93, 1993.
- BERNARDINO, G.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A et al. Propagação artificial do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869), (Teleostei, Characidae). **Boletim Técnico do CEPTA**, v.6, n.2, p.1-9, 1993.
- BHATTACHARYA, S.; GUIN, S.; BANDYOPADHYAY, A. Et al. Thyroid hormone induces the generation of a novel putative protein in piscine ovarian follicle that stimulates the conversion of pregnenolone to progesterone. **European Journal of Endocrinology**, n.134, p.128-135, 1996.
- Brett, J. R. Environmental factors and growth. In: HOAR W.S.; RANDALL, D.J.; BRETT, J.R. (Eds.) **Fish physiology bioenergetics and growth**. New York: Academic Press, 1979. v.8, p. 599-675.
- BROWN, C.L.; DOROSHOV, S.I.; NUNEZ, J.M. et al. Maternal T₃ injections cause increases in swimbladder inflation survival rates in larval striped bass. **Journal of Experimental Zoology**, v.248, p.168-176, 1988.
- CLARK, B.; GRIER, H.J. Testis-ova in spawning blue tilapia *Oreochromis aureus*. **Gulf Research Reports**, v.8, n.1, p.69-70, 1985.
- CYR, D.G.; EALES, J.G. Influence of thyroidal status on ovarian function in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. **Journal of Experimental Zoology**, v.248, p.81-87, 1988a.
- CYR, D.G.; EALES, J.G. *In vitro* effects of thyroid hormones on gonadotropin-induced estradiol-17 β secretion by ovarian follicles of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. **General and Comparative Endocrinology**, v.69, p.80-87, 1988b.
- CYR, D.G.; EALES, J.G. Interrelationships between thyroidal and reproductive endocrine systems in fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 6, p. 165-200, 1996.
- DICKHOFF, W.W.; YAN, L.; PLISETSKAYA, E.M. et al. Relationship between metabolic and reproductive hormones in salmonid fish. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.7, p.147-155, 1989.
- DONALDSON, E.M. Manipulation of reproduction in farmed fish. **Animal Reproduction Science**, n.42, p.381-392, 1996.
- DONALDSON, E.M.; Fagerlund, U.H.M.; Higgs, D.A. et al. Hormonal enhancement of growth In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J.; BRETT, J.R. (Eds.) **Fish physiology**. New York: Academic Press, 1979. v.8, p.455-597.
- EALES, J.G.; Van Der KRAAK, G.J.; CHANG, J.P. Effects of temperature on the plasma levels, plasma kinetics and nuclear

- binding of thyroid hormones in rain-bow trout, *Salmo gairdneri*. **American Zoologist**, v.20, p.857-865, 1991.
- EALLES, J.G. Thyroid function in cyclostomes and fishes. In: BARRINGTON, E.J.W. (Ed.) **Hormones and evolution**. New York: Academic Press. v.1, 1979. p.341-436.
- ECKMANN, R. Induced reproduction in *Brycon cf erythropterus*. **Aquaculture**, n.38, p.379-382, 1984.
- HARVEY, B.J.; HOAR, W.S. **The theory and practise of induced breeding in fish**. Ottawa: Academic Press, 1993. 48p.
- HOAR, W.S.; HICKMAN Jr., C.P. **A laboratory companion for general and comparative physiology**. 2.ed. Prentice, 1975.
- HOLLOWAY, A.C.; SHERIDAN, M.A.; Van Der KRAAK, G. et al. Correlations of plasma growth hormone with somatostatin, gonadal steroid hormones and thyroid hormones in rainbow trout during sexual recrudescence. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.123B, p.251-260, 1999.
- HURLBURT, M.E. Role of the thyroide gland in ovarian maturation of the goldfish *Carassius auratus* L. **Canadian Journal of Zoology**, v.55, n.11, p.1906-1913, 1977.
- LEATHERLAND, J.F. Thyroid hormones and reproduction. In: NORRIS, D.O.; JONES, R.E. (Eds.). **Hormones and reproduction in fishes, amphibians, and reptiles**. New York: Plenum Press, 1987. p.411-431.
- LEATHERLAND, J.F.; SONSTEGARD, R.A. Seasonal changes in thyroid hyperplasia, serum thyroid hormone and lipid concentrations, and pituitary gland structure in Lake Ontario coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* Walbaum, and a comparison with coho salmon from Lakes Michigan and Erie. **Journal of Fish Biology**, v.16, p.539-562, 1980.
- LEATHERLAND, J.F.; DOWN, N.E.; DONALDSON, E.M. et al. Changes in plasma thyroid hormone levels in pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, during their spawning migration in the Frasier river (Canada). **Journal of Fish Biology**, v.35, p.199-205, 1989.
- SAGE, M. The evolution of thyroidal function in fishes. **American Zoologist** (US), v.13, p.899-905, 1979.
- SATO, Y.; CARDOSO, E.L.; OSÓRIO, F.M.F. Reprodução induzida da matrinxã (*Brycon lundii*). In: ENCONTRO ANUAL DE AQUICULTURA DE MINAS GERAIS, 1988, Belo Horizonte. Coletânea de resumos dos encontros da Associação Mineira de Aquicultura (AMA): 1982-1987. Brasília: CODEVASF, 1988. **Resumos...** Brasília: CODEVASF, 1988. p.108.
- SULLIVAN C.V.; BERNARD; M.G., HARA, A. et al. Thyroid hormones in trout reproduction: enhancement of gonadotropin-releasing hormone analogue and partially purified salmon gonadotropin-induced ovarian maturation *in vivo* and *in vitro*. **Journal of Experimental Zoology**, v.250, p.188-195, 1989.
- TACHIHARA, K.; EI-ZIBDEH, M.; ISHIMATSU, A. et al. Improved seed production of goldstriped amberjack *Seriola lalandi* under hatchery conditions by injection of triiodothyronine (T₃) to broodstock fish. **Journal of the World Aquaculture Society**, n.28, p.34-44, 1977.
- YAMADA, H.; OHTA, H.; YAMAUCHI, K. Serum throxine, estradiol-17bb, and testosterone profiles during the parr-smolt transformation of masu salmon, *Oncorhynchus masou*. **Fish Physiology and Biochemistry** v.12, n.1, p.1-9, 1993.
- ZANIBONI FILHO, E.; RESENDE, E.K. Anatomia de gônadas, escala de maturidade e tipo de desova do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869) (Teleostei: Characidae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.48, n.4, p.833-844, 1988.

Recebido em: 05/08/02

Aceito em: 15/04/03