

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ENRIQUECIMENTO DA ALIMENTAÇÃO DAS LARVAS
DE MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*) COM
AMINOÁCIDOS. INFLUÊNCIA NO CRESCIMENTO
INICIAL E SOBREVIVÊNCIA DAS LARVAS.**

Marcio Aquio Hoshiba
Zootecnista

Jaboticabal – São Paulo – Brasil
2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ENRIQUECIMENTO DA ALIMENTAÇÃO DAS LARVAS
DE MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*) COM
AMINOÁCIDOS. INFLUÊNCIA NO CRESCIMENTO
INICIAL E SOBREVIVÊNCIA DAS LARVAS.**

Marcio Aquio Hoshiba

Orientadora: Profa. Dra. Elisabeth Criscuolo Urbinati

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**Fevereiro - 2007
Jaboticabal – SP**



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ENRIQUECIMENTO DA ALIMENTAÇÃO DAS LARVAS DE MATRINXÃ
(*Brycon amazonicus*) COM AMINOÁCIDOS. INFLUÊNCIA NO
CRESCIMENTO INICIAL E SOBREVIVÊNCIA DAS LARVAS

AUTOR: MARCIO AQUIO HOSHIBA

ORIENTADORA: Dra. ELISABETH CRISCUOLO URBINATI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em ZOOTECNIA pela
Comissão Examinadora:

Dra. ELISABETH CRISCUOLO URBINATI

Dra. LUCIANE HELENA GARGAGLIONI BATALHÃO

Dr. JOSÉ AUGUSTO SENHORINI

Data da realização: 22 de fevereiro de 2007.

Presidente da Comissão Examinadora
Dra. ELISABETH CRISCUOLO URBINATI

H825e Hoshiba, Marcio Aquio
Enriquecimento da alimentação das larvas de matrinxã (*brycon amazonicus*) com aminoácidos. Influência no crescimento inicial e sobrevivência das larvas. / Marcio Aquio Hoshiba. -- Jaboticabal, 2007
xiv, 103 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientadora: Elisabeth Criscuolo Urbinati
Banca examinadora: Luciane Helena Gargaglioni Batalhão, José Augusto Senhorini
Bibliografia

1. Sobrevivência. 2. Hormônio tireoidiano. 3. Serotonina.
I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 639.3.043

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARCIO AQUIO HOSHIBA – filho de Toshiyaki Hoshiba e Neusa Satiko Hoshiba, nasceu em 14 de outubro de 1982, na cidade de São Paulo, Estado de São Paulo. É zootecnista formado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, em 31 de julho de 2004. Ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na mesma Universidade, em 01 de março de 2005, sob orientação da Profa. Dra. Elisabeth Criscuolo Urbinati. Em 22 de fevereiro, submeteu-se ao exame final de defesa de dissertação de mestrado para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**É sábio olhar para trás, pois é avaliando a tortuosidade
de nossas pegadas que poderemos garantir
um caminho reto para o futuro.**

**O aprendizado nunca termina.
Não existe parte da vida que não contenha lições.
Se você está vivo, há lições para aprender.**

Ofereço

Aos meus pais, Neusa Satiko Hoshiba e Toshiyaki Hoshiba, e meus avôs e avós, Miyake e Hoshiba (in memorian...) por proporcionar minha existência, minha educação e a possibilidade de estar onde estou e a buscar a cada dia um novo passo....

A vocês sou grato eternamente, e eu sei que sempre poderei contar com o amor, confiança e apoio que vocês sempre me deram. A cada etapa vencida vocês podem se orgulhar, pois todo o fruto que colho hoje vem da semente que vocês plantaram em mim....

Dessa forma toda minha conquista é a conquista de vocês e eu só tenho a agradecer e a continuar eternamente a dizer, obrigado pai, obrigado mãe, por possibilitar que eu me tornasse o que eu sou hoje e sempre acreditarem em mim..

Obrigado por tudo e lembrem-se que Amo vocês !

Dedico

Às minhas queridas irmãs, Eliana e ao seu marido Sergio, Raquel e o seu marido Carlos e a Claudia e o seu noivo Fabio por serem assim do jeitinho que vocês são... Sempre tão atenciosas, carinhosas e prontas para me proteger e me ajudar sempre que eu preciso....

A cada conselhos e experiências que vocês me mostram me permite crescer e tomar as decisões de forma mais madura e consciente.

O amor e o carinho que temos um com o outro, só tem a crescer e nem a distancia, poderá esfriar esse relacionamento tão profundo que existe entre nós.

Obrigado por vocês sempre me incentivarem e apoiarem em todas as minhas decisões e que por mais longe que a distancia possa nos levar, que o amor permaneça e nos una para sempre...

Vocês são demais!

A minha namorada Monyka que sempre me incentiva, me ajuda e me orienta em todos os momentos da minha vida, é a pessoa que sempre me incentivou a chegar onde cheguei, estando sempre ao meu lado, compartilhando das tristezas e alegrias e sabendo sempre me dizer as palavras nas quais eu precisava ouvir em alguns momentos da minha vida....

A essa pessoa que sofreu com meus momentos de TPM...tensao pré mestre....E que agüentou firme e forte do meu lado...Servindo como um pilar de sustentação para que pudesse seguir sempre em frente.

Aos momentos que estivemos juntos e a felicidade que você me proporcionou eu dedico cada palavra dessa dissertação a vc...e gostaria também de agradecer aos seus pais (Sergio e Maria) e suas irmãs (Michelli e Marcella), pela convivência, paciência e apoio durante todos esses anos.

“..... Ontem à noite pedi a um anjo que fosse proteger-te enquanto dormias. Pouco depois ele voltou e lhe perguntei por que tinha voltado. Um anjo não precisa que outro o proteja, respondeu-me.....”

A ela minha eterna gratidão e carinho...

Agradecimentos

À professora Elisabeth Criscuolo Urbinati, pelos ensinamentos e pela paciência que ela teve comigo desde a graduação, por permitir que eu cresça pessoalmente e profissionalmente sobre a sua orientação, pelo seu carinho todo especial, pois para ela somos como filhos e não somente alunos... Sempre tão sincera e disponível para os nossos momentos de insensatez..... Sempre conseguindo nos levar ao caminho da dignidade, competência e união. Sempre com muita paciência amor e carinho, ela me ensinou muito mais do que ser um pesquisador me ensinou a ser cada vez mais humano..... A você devo meu crescimento profissional e meu amadurecimento pessoal, assim como a sua confiança e o seu carinho. Sempre pronta para dizer o que eu precisava ouvir, foi para mim como uma segunda mãe... Muito obrigado !!!

Aos meus amigos do departamento, aqueles aos quais xingamos, discutimos, brigamos, mas no final estamos sempre comemorando juntos num churrasquinho o fim de cada experimento. Em especial ao Flávião que me ensinou lá no começo os caminhos da pesquisa, a importância da união, e a responsabilidade com a pesquisa...; Roquinho ao amigo ao qual posso chamar de irmão, que me ensinou e ajudou sempre que precisei e também é um grande companheiro de vida; a Jaqueline sempre companheira e amiga; Ao casal Fabiano e Ana Paula que se tornaram grandes amigos, conselheiros e compartilharam muitos momentos de alegria... e que continuemos assim, Ana e ao Léo Bacarinn que também foi um dos responsáveis por essa dissertação, sempre com seu jeitão “rústico”, mostrou que na verdade, é um dos caras mais sentimentais do laboratório, com um coração enorme, me

ensinou a ser mais direto e objetivo nas minhas decisões, e posso dizer que também é um grande irmãozão, que eu tive a honra de conhecer....; Peter e Luciana....minha irmãzinha...que sempre cuidou de mim, me ajudando a crescer e a encarar a vida com seriedade; Michele grande mulher, amiga, guerreira e companheira; Janessa uma das primeiras pessoas do lab. que eu conheci, grande amiga que me ajudou e me auxiliou sempre que precisei..; As minhas amigas, que tiveram o “azar” de me ter como coorientador, Carlinha e Mônica, um grande presente que a Beth me concedeu, a oportunidade de conviver e a aprender com vocês foi me tornando uma pessoa mais madura....Sempre tão amigas, e dispostas a me ajudar sempre.....; Sumô, grande amigo e companheiro dos “eventos”...Miolô grande amigo, que me ajudou muito nessa dissertação e um grande companheiro de Pirassununga...Aos amigos novos que estão chegando para se tornarem parte da família, Rafael, Rafael e Spinha, que já se mostraram grandes pessoas...Sejam bem vindos....!

Assim guardo uma eterna gratidão e respeito por todos vocês. Sempre terei guardado comigo o modo carinhoso e afetuoso com que me acolheram e compartilharam muitos churrascos, sempre regados de muitas caipirinhas...

A grande amiga, a “colega” Damares por me socorrer nos momentos difíceis, se preocupar comigo sempre e me ensinando a levar a vida sempre com alegria e dedicação... Ao Wilson, Bel, Cridão, Clara, Shirley, Sr. Orandir, pela amizade e pelo carinho que vocês sempre tiveram por mim....

Que essa amizade com todos vocês nunca se acabe....!!

Aos membros da banca, a Profa. Dra. Luciane e o Dr. Senhorini, pela colaboração nas correções deste trabalho, e pelo carinho dispensados, estando dispostos a me ajudar sempre que necessitei, sem hesitar...ainda mais se dispondo de colaborar num feriado de carnaval....

Aos meus amigos de república Erico, Bruno, Mel pela amizade e consideração durante o tempo em que estivemos juntos, vocês foram os que mais tiveram que agüentar e me apoiaram nos momentos em que tudo estava para desmoronar sendo responsáveis pelos momentos de muita descontração e sempre tornando as tarefas mais fáceis....Companheiros de bebedeiras...festas..churrascos.....Uma consideração em especial ao Faiado que é o companheiro de muitos anos de amizade, que mais do que um amigo é definitivamente um irmão, e a sua família (Carlão, ECA, Gustavo, Mariana) que também me acolheram e me incentivaram durante esses anos todos.

A todos os meus amigos e minhas amigas, em especial Janaína, Taissa (Potira), e Marcel, amigos desde a graduação que mostraram que o tempo não separa as grandes amizades...Meu grande respeito e carinho a vocês...!!

Aos amigos do Caunesp e do Depto de Morfologia e Fisiologia Animal, Camilo, Paraca, Laurindo, Michele, Mocarongo, Tigrão, Marcio, Luis Fernando, Elis, Milena, Jaiminho, Luis Henrique, Casé, Mari, Maria, Francine, Camila, Fernanda, Lílian, Tumor, Balboa, Jiraya, Vera, Folgada, Cris e Jeff, Adriana, Golinho, Fátima, Munir, Tuim, Leo (Banana), Migalha e Jagunça pelo carinho e pelas lembranças durante esses anos, vocês serão parte eterna de minha vida, pois levarei a cada lugar por onde for as nossas lembranças, pois essas são imortais...

A todos os meus amigos da APG, Ariel, Denise, Mabel, Maria, Cópela amizade, respeito e pelo carinho de vocês.....

Aos amigos do Depto de Melhoramento Genético Animal, pela amizade e companheirismo de vocês.

Aos amigos do CEPTA Pirassununga pelo apoio, amizade, consideração que vocês tiveram comigo durante a minha passagem por ai...Um agradecimento especial ao Sandoval, Gordo e ao Ivan (Pacotão), que são 3 amigos que eu tenho uma grande admiração.

A todos aqueles que os nomes não estão aqui, mas foram fundamentais para a realização deste trabalho.....Meu muitíssimo obrigado !!!

E por fim a minhas fieis escudeiras Paula e Cubana por terem me acompanhado e me protegido durante muitos anos da minha vida, estando presentes desde os momentos de minha graduação e sempre prontas para me fazer companhia....

A Deus o criador e responsável por tudo e todos.....

“...O que as grandes e puras afeições têm de bom é que, depois da felicidade de as ter sentido, há ainda a felicidade de recordá-las...”

Alexandre Dumas Filho

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
CAPÍTULO 2	UTILIZAÇÃO DA TIROSINA NO ENRIQUECIMENTO DA ARTEMIA E DA RAÇÃO NA LARVICULTURA DE MATRINXÃ.....	28
	RESUMO.....	28
	ABSTRACT.....	29
	1. INTRODUÇÃO.....	30
	2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
	2.1. Espécie estudada.....	33
	2.2. Local do experimento.....	33
	2.3. Unidades experimentais.....	33
	2.4. Manejo e reprodução.....	34
	Experimento 1.....	34
	Experimento 2.....	35
	2.5. <i>Artemia</i>	35
	Alimentação do Experimento 1.....	36
	Alimentação do Experimento 2.....	36
	2.6. Parâmetros limnológicos.....	36
	2.7. Coleta das Larvas e juvenis.....	37
	2.8. Morfometria dos folículos tireoidianos.....	37
	2.8.1. Histologia.....	38
	2.8.2. Imunocitoquímica.....	38
	2.9. Análise Estatística.....	38
	3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
	3.1. Experimento 1.....	39
	3.1.1. Conclusão.....	43
	3.2. Experimento 2.....	49
	3.2.1. Conclusão.....	53
	4. REFERÊNCIAS.....	61
CAPÍTULO 3	UTILIZAÇÃO DO TRIPTOFANO NO ENRIQUECIMENTO DA ARTEMIA E DA RAÇÃO NA LARVICULTURA DE MATRINXÃ.....	69
	RESUMO.....	69
	ABSTRACT.....	70
	1. INTRODUÇÃO.....	71
	2. MATERIAL E MÉTODOS.....	75
	2.1. Espécie estudada.....	75

2.2. Local do experimento.....	75
2.3. Unidades experimentais.....	75
2.4. Manejo e reprodução.....	76
Experimento 1.....	76
Experimento 2.....	77
2.5. <i>Artemia</i>	77
Alimentação do Experimento 1.....	78
Alimentação do Experimento 2.....	78
2.6. Parâmetros Limnológicos.....	78
2.7. Coleta das larvas e juvenis.....	79
2.8. Análise Estatística.....	79
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	80
3.1. Experimento 1.....	80
3.1.1. Conclusão.....	82
3.2. Experimento 2.....	87
3.2.1. Conclusão.....	89
4. REFERÊNCIAS.....	94
CAPÍTULO 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O território brasileiro apresenta recursos hídricos abundantes e uma rica diversidade de espécies de peixes, com excelente potencial para o desenvolvimento da aquicultura. Os peixes teleósteos possuem uma enorme variedade de espécies e cresce o interesse da pesquisa com aquelas que apresentam alto potencial para a piscicultura, como as do gênero *Brycon* (matrinxã, piracanjuba, piraputanga). O matrinxã é proveniente da Bacia Amazônica (HOWES, 1982) e foi introduzido no sudeste do país na década de 90 (SCORVO FILHO et al., 1998). De acordo com LIMA (2003), o matrinxã que ocorre na Amazônia brasileira, e é amplamente criado no Brasil, é o *Brycon amazonicus* e não o *Brycon cephalus* como vem sendo frequentemente citado na literatura. Segundo o autor, a distribuição de *B. cephalus* restringe-se ao alto rio Amazonas no Peru e Bolívia. O matrinxã é um peixe de escamas, que chega a 80 cm de comprimento, atinge 5 kg de peso vivo e tem hábito alimentar onívoro, alimentando-se de frutos, sementes e insetos. Pode ser encontrado em diversos habitat durante as diferentes fases de sua vida. Larvas e juvenis são encontrados em lagos e na floresta alagada. Após saírem dos lagos e igarapés para a primeira migração, época da cheia do rio, os peixes formam grandes cardumes e migram pelo rio principal até o sítio de desova (GOULDING, 1979). Em relação à reprodução, por ser uma espécie que realiza migração, o matrinxã não se reproduz em condições de cativeiro, pois a ovogênese e a desova não se completam, a não ser que sejam estimuladas artificialmente por aplicação de hormônios (BERNARDINO et al., 1993; GOMES & URBINATI, 2005). A espécie se destaca pelo crescimento rápido, adaptação à ração artificial, qualidade da carne e pelo comportamento na pesca esportiva (CASTAGNOLLI, 1992). A criação do matrinxã vem crescendo rapidamente na Amazônia onde sua carne é muito apreciada. Atualmente, as principais espécies cultivadas no Amazonas são o tambaqui, o matrinxã e o pirarucu (LIMA, 2005).

Com a grande expansão da piscicultura, cresceu a procura por larvas e juvenis. Entretanto, a criação de peixes em sistemas controlados ainda enfrenta problemas que

resultam em baixa sobrevivência na fase larval (CECCARELLI, 1997), aspecto fundamental para a criação.

A larvicultura é considerada uma das fases de maior dificuldade pelos piscicultores, pois o manejo inadequado das larvas e o desconhecimento de técnicas apropriadas causam baixa produtividade. Com os estudos atuais, pretende-se buscar soluções e o desenvolvimento de técnicas adequadas para a difusão de novos métodos, fundamentais na obtenção de larvas e juvenis de qualidade (ZANIBONI FILHO & BARBOSA, 1992). Pesquisas têm avaliado diferentes aspectos da larvicultura, incluindo o desenvolvimento inicial dos peixes e o uso de hormônios para a otimização da larvicultura (LANDINES, 2003; SOARES et al., 2003; VASQUES, 2003; URBINATI et al., 2003; LEONARDO, 2005). O sucesso da larvicultura, no entanto, depende de vários fatores como tipo, quantidade e manutenção do alimento natural disponível nos viveiros; densidade de estocagem, manejo de larvas e parâmetros da qualidade da água, como pH, amônia, alcalinidade, dureza total e oxigênio dissolvido (ROJAS, 2002; OLIVEIRA et al., 2004). Dentre esses fatores, os relacionados com a nutrição e o manejo alimentar são considerados como os pontos mais críticos (SALLES, 1998; TESSER et al., 2005, 2002; JOMORI, 2001; JOMORI et al., 2003; GUEVARA, 2003; LUZ, 2004), pois, se não forem bem aplicados, podem ocasionar retardo no crescimento e produção de larvas de baixa qualidade.

A alimentação e nutrição larval mostram que organismos vivos são ótimas fontes nutricionais, promovem o crescimento e produzem larvas de excelente qualidade, com altas taxas de sobrevivência (TAVARES, 1993; FREGADOLLI, 1993). Entretanto, para o entendimento do processo responsável por essas respostas, é fundamental o conhecimento das funções básicas do sistema endócrino (GAVLIK et al., 2002).

A participação dos hormônios tireoidianos na embriogênese e desenvolvimento larval tem sido observada em estudos nos quais os hormônios são extraídos de ovos e larvas e quantificados por técnicas de radioimunoensaio, biologia molecular ou por meio da determinação da atividade dos receptores nucleares dos hormônios tireoidianos (YAMANO & MIWA, 1998; POWER et al., 2001; DEANE & WOO, 2002). Segundo LAM (1994), a fêmea pode passar à larva uma quantidade de

hormônios que garantirá seu crescimento, desenvolvimento e diminuição do estresse, promovendo a qualidade das larvas. Trabalhos como os de BROWN et al. (1988, 1989), TAGAWA & HIRANO (1991), LAM (1994), HEY et al. (1996), LANDINES (2003), VASQUES (2003), URBINATI et al. (2003) e LEONARDO (2005) mostram que os hormônios tireoidianos podem ter uma função reguladora no desenvolvimento, crescimento e sobrevivência das larvas, inclusive em algumas nativas tropicais. Alguns estudos, além de avaliar a participação dos hormônios tireoidianos no desenvolvimento inicial de peixes tropicais, mostram sua influência na redução do canibalismo entre as larvas (LANDINES, 2003; VASQUES, 2003; URBINATI et al., 2003; LEONARDO, 2005).

O comportamento de agressão intra-específica e de canibalismo pode ocorrer em condições de escassez na oferta de alimento, luminosidade inadequada, crescimento heterogêneo e densidade de estocagem (HECHT & PIENAAR, 1991; FOLKVORD & OTTERA, 1993; GOMES et al., 2000; GREAVES & TUENE, 2001; BRANNAS et al., 2002). Por outro lado, o comportamento agressivo de muitas espécies tem sido associado aos hormônios tireoidianos (HEY et al., 1996; HUTCHISON & IWATA, 1998; GAVLIK et al., 2002; URBINATI et al., 2003).

Uma forma de avaliação da ação dos hormônios tireoidianos foi sua administração em fêmeas maduras momentos antes da desova, de modo que se pudesse avaliar a transferência materna dos hormônios para os ovos e sua influência nas larvas (BROWN et al., 1988, 1989; AYSON & LAM, 1993; MYLONAS et al., 1994; TACHIHARA et al., 1997; LAMBERT et al., 1999; URBINATI et al., 2003). Outra forma foi à imersão de ovos e larvas em soluções apropriadas (de JESUS et al., 1998; LANDINES, 2003; VASQUES, 2003).

Nos vertebrados, os hormônios tireoidianos têm papel essencial na regulação das mudanças bioquímicas e morfológicas que ocorrem durante o desenvolvimento inicial, diferenciação de tecidos e metabolismo inicial (HEY et al., 1996; MANZON et al., 1998; GAVLIK et al., 2002; LIU & CHAN, 2002). A regulação da função tireoidiana ocorre em dois pontos básicos: a estimulação da secreção de T₄ (tiroxina) pela glândula tireóide por meio do eixo hipotálamo-hipófise (TRH-TSH) e a conversão periférica do T₄

em T₃ (3,5,3'-triiodo-L-tironina ou triiodotironina), para interação com receptores nucleares. A síntese dos hormônios tireoidianos ocorre em folículos da glândula tireóide, onde são estocados, sendo o T₄ encontrado em quantidade maior do que o T₃. O T₄ tem poucas ações diretas e é considerado precursor do T₃, forma biologicamente ativa do hormônio (EALES & HIMICK, 1988). A tirosina é um aminoácido importante para a síntese dos hormônios tireoidianos, pois contribui para a construção do esqueleto carbônico da molécula das iodotironinas, T₄ e T₃, bem como da melanina e das catecolaminas (BENTLEY, 1998). Um aumento temporário da proporção de fenilalanina e tirosina no estoque de aminoácidos livres foi encontrado por ocasião da primeira alimentação de *Scophthalmus maximus*, sugerindo que o aumento da tirosina estava relacionado ao início da atividade do tecido tireoidiano observado no final do período de saco vitelino em larvas de peixes marinhos pelágicos (TANAKA et al., 1995; CONCEICÃO et al., 1997). HERFINDAL et al. (1999) mostraram que altos níveis dietários de tirosina durante o desenvolvimento inicial aumentou a sobrevivência de *Paralichthys olivaceus*, fato atribuído à ação dos hormônios tireoidianos.

Os hormônios tireoidianos, incluindo os de origem materna, participam da regulação do desenvolvimento inicial e crescimento dos peixes e podem estimular vários aspectos da embriogênese (POWER et al., 2001; LIU & CHAN, 2002), afetando o crescimento e maturação dos tecidos.

Estudos realizados em peixes, com a utilização de hormônios exógenos, mostram bons resultados no crescimento, desenvolvimento, sobrevivência larval, além da aceleração da absorção do saco vitelino e insuflação da bexiga natatória (LAM & SHARMA, 1985; BROWN et al., 1988, 1989; AYSON & LAM, 1993; LAM, 1994; HEY et al., 1996; HUANG et al., 1996; de JESUS et al., 1998; SCHREIBER & SPECKER, 1998; URBINATI et al., 2003; VASQUES, 2003). Os hormônios tireoidianos influenciam o crescimento, mas não se sabe ao certo se é uma ação direta ou se ocorre potencialização da atividade anabólica de outros hormônios, ou ainda se ocorre uma interação com outros hormônios (PLISETSKAYA et al., 1983).

AYSON & LAM (1993) observaram que, em *Siganus guttatus*, houve transferência dos hormônios tireoidianos para os oócitos e posteriormente às larvas,

que eram maiores e tiveram maior sobrevivência nos primeiros sete dias de criação. Resultados similares foram descritos por LAM (1995), em várias espécies de teleósteos, nas quais relatou maior viabilidade, desenvolvimento, crescimento e sobrevivência das larvas com o uso de T₄. REDDY & LAM (1992), trabalhando com imersão de ovos em soluções com hormônios tireoidianos, também observaram melhor desenvolvimento e crescimento larval em *Carassius auratus*.

Segundo MYLONAS et al. (1994), a administração de hormônios deve ser feita com cautela, pois concentrações baixas podem não surtir efeitos enquanto que doses excessivas podem causar efeitos negativos.

VASQUES (2003) relatou que a triiodotironina estimulou o desenvolvimento de estruturas do sistema digestório, da musculatura esquelética, acelerou a insuflação da bexiga natatória e reduziu o canibalismo do matrinxã (*Brycon cephalus*), enquanto LANDINES (2003) não encontrou respostas positivas ao T₃ em relação ao crescimento e a reabsorção do saco vitelino nas espécies *Pseudoplatystoma coruscans*, *Brycon orbignyianus* e *Salminus maxillosus*, embora tenha encontrado aumento na sobrevivência das três espécies. Em estudo posterior, LEONARDO (2005) testou várias concentrações de T₃ em matrinxã, e observou que a concentração mais alta (0,1 mg. L⁻¹) reduziu a taxa de fertilização, mas promoveu maior sobrevivência nos tratamentos com concentrações inferiores do hormônio.

Além dos hormônios tireoidianos, outro hormônio que deve ser investigado para a melhoria da larvicultura de peixes, como agente redutor de canibalismo, é o neurotransmissor mono-amínico serotonina (5-hidroxi-triptamina, 5-HT). A serotonina é um importante neurotransmissor envolvido na sedação, inibição da agressão, medo e estresse em várias espécies animais e humanos e na regulação das interações sociais em muitos animais (RALEIGH et al., 1991; SUMMERS et al., 1991; FERRIS et al., 1997; VILLALBA et al., 1997; WINBERG et al., 1997; LARSON & SUMMERS, 2001; HÖGLUND et al., 2005; LEPAGE et al., 2005).

A organização e a função do sistema da 5-HT no encéfalo são altamente conservadas nas classes de vertebrados (PARENT et al., 1984) e os efeitos antiagressividade desse neurotransmissor foram relatados em vários vertebrados

(RALEIGH et al., 1991; BLANCHARD et al., 1993; DECKEL, 1996; LARSON & SUMMERS, 2001), incluindo peixes teleósteos (ADAMS et al., 1996; WINBERG et al., 1997; PERRAULT et al., 2003; LARSON et al., 2004; HÖGLUND et al., 2005; LEPAGE et al., 2005).

O aminoácido essencial triptofano (Trp) é o precursor do neurotransmissor mono-amínico serotonina (5-hidroxi-triptamina, 5-HT) e a taxa de biossíntese da 5-HT no encéfalo é limitada pela disponibilidade do aminoácido (BOADLE-BIBER, 1993), que parece ser uma das principais limitações para a síntese de 5-HT. A ingestão aumentada de triptofano eleva o nível do aminoácido no encéfalo, resultando em biossíntese aumentada de 5-HT no encéfalo de peixes (JOHNSTON et al., 1990; ALDEGUNDE et al., 1998; ALDEGUNDE et al., 2000; WINBERG et al., 2001; LEPAGE et al., 2002) e no encéfalo de mamíferos (FERNSTROM, 1983).

A participação da serotonina na regulação das interações sociais em muitos animais pode ter implicações no controle do comportamento e sistema endócrino, como o eixo hipotálamo-pituitária-interrenal (HPI).

Embora poucos estudos tenham observado a relação entre a serotonina e agressão em peixes, o padrão típico de vertebrados, de alta atividade de serotonina em indivíduos subordinados, foi descrito em *Salvelinus alpinus* (WINBERG et al., 1991; WINBERG et al., 1992), truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (WINBERG et al., 1993) e nos ciclídeos *Pomacentrus partitus* (WINBERG et al., 1996) e *Haplochromis burtoni* (WINBERG et al., 1997).

Manipulações experimentais sugerem o papel da serotonina como importante mediador da condição social e comportamento agressivo. Aumentos artificiais de serotonina em crustáceos podem reverter temporariamente a condição social e tornar indivíduos subordinados em agressivos e dominantes territoriais (HUBER et al., 1997), pois a ação da serotonina em crustáceos é oposta aos demais vertebrados. Em vertebrados, a atividade serotoninérgica elevada diminui a agressão e pode reverter relações de dominância em sistemas experimentais (SANCHEZ & HYTTTEL, 1994; DECKEL, 1996; FERRIS et al., 1997; VILLALBA et al., 1997; LARSON & SUMMERS, 2001).

Estudos com truta arco-íris mostraram que a suplementação de dietas com triptofano (Trp) promoveu inibição do comportamento agressivo dos peixes, bem como reduziu a reatividade do eixo hipotálamo-pituitária-interrenal como indicado por níveis pós-estresse reduzidos do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) e cortisol (WINBERG et al., 2001; LEPAGE et al., 2002; LEPAGE et al., 2003; LARSON et al., 2004). Em outro estudo com a mesma espécie, a suplementação da ração com triptofano promoveu diminuição do número de ataques entre os peixes, corroborando a participação do triptofano na redução da agressividade dos peixes (LEPAGE et al., 2005). De modo semelhante, a suplementação da dieta com triptofano afetou o sistema central de sinalização 5-HT e reduziu o comportamento agressivo de juvenis de bacalhau do Atlântico, *Gadus morhua* (HÖGLUND et al., 2005).

Respostas semelhantes de supressão de comportamento agressivo por ingestão de altas quantidades de Trp foram descritas em cães (DENAPOLI et al., 2000) e aves submetidos a restrição alimentar (SHEA et al., 1994), enquanto que em humanos uma dieta rica em carboidrato e pobre em proteína causou elevação do Trp do sistema nervoso central e reduziu a resposta do cortisol e sentimentos de depressão em indivíduos com predisposição ao estresse (MARKUS et al., 2000).

A supressão do comportamento agressivo induzida pelo elevado nível de Trp dietário parece ser mediada pela elevação da atividade da 5-HT no encéfalo. Entretanto, esse efeito supressivo pode não ser mediado por efeito direto na liberação da 5-HT, mas pode haver envolvimento de mecanismo de transportadores e receptores da 5-HT como sugerido por estudos em que demonstraram efeitos antidepressivos de substâncias inibidoras de re-captção da 5-HT, tais como fluoxetina (MONGEAU et al., 1997; NUTT et al., 1999), sertralina e citalopram (SANCHEZ & HYTTEL, 1994). Estudo recente usando fluoxetina, um dos inibidores seletivos da re-captção de serotonina, para aumentar experimentalmente a transmissão serotoninérgica em um peixe territorial e testar o papel desse neurotransmissor na mediação do comportamento agressivo e interações de dominância mostrou redução do comportamento agressivo após administração da droga (PERREAULT et al., 2003).

Outra possibilidade é que os efeitos do Trp dietário na agressão e responsividade do eixo HPI sejam mediados pela melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina). O Trp é precursor de 5-HT, que por sua vez é precursor de melatonina. Se a atividade das enzimas aril-alkil-amina-N-acetil-transferase (AANAT) e hidroxindol-O-metil-transferase (HIOMT), responsáveis pela conversão da 5-HT em melatonina, forem suficientemente altas, os níveis elevados de Trp dietário poderiam resultar em níveis elevados de melatonina.

A melatonina afeta o comportamento agressivo e as concentrações pós-estresse de cortisol. MUNRO (1986) mostrou que injeções intracerebro ventricular de melatonina no ciclídeo *Aequidens pulcher* suprimiu a resposta agressiva dos peixes e, em mamíferos a melatonina mostrou efeitos inibidores da secreção de glicocorticóide (XU et al., 1995; RAO et al., 2001).

A melatonina é considerada um sincronizador dos ritmos diários do ciclo claro/escuro na maioria dos vertebrados (CASSONE, 1998; FALCÓN, 1999), incluindo peixes (EKSTRÖM & MEISSEL, 1997). Estudo recente com *Oncorhynchus mykiss* (LEPAGE et al., 2005) testou a hipótese de que elevadas concentrações de triptofano dietário elevam as concentrações plasmáticas de melatonina e que esse aumento é causado por produção e secreção aumentadas do hormônio pelo trato gastro-intestinal. A alimentação dos peixes com dieta suplementada com Trp elevou os níveis de melatonina durante o dia e reduziu os níveis de cortisol pós-estresse, sugerindo a existência de um mecanismo para a melatonina na mediação dos efeitos de níveis aumentados de Trp sobre a dinâmica do cortisol pós-estresse e no comportamento agressivo da truta.

Redução de canibalismo foi demonstrada em espécies nativas, por efeito de hormônios exógenos (LANDINES, 2003; URBINATI et al., 2003; VASQUES, 2003; LEONARDO, 2005) e a sobrevivência foi melhorada quando se utilizou alimento vivo, como zooplâncton e larvas de outros peixes, na alimentação das larvas (LANDINES, 2003).

A utilização de alimentos vivos enriquecidos vem sendo estudada desde 1986, por SORGELOOS e colaboradores, que observaram melhora na qualidade nutricional

do alimento, na sobrevivência, no crescimento e na qualidade das larvas de peixes. Dentre os organismos vivos utilizados na alimentação de larvas, a *Artemia* tem sido adotada como dieta de sucesso pelo valor nutricional e possibilidade de enriquecimento (SORGELOOS, 1986; SORGELOOS et al., 1986; OZKIZILCIK, 1994). O enriquecimento de *Artemia*, utilizada na alimentação de larvas de *Paralichthys olivaceus*, com fenilalanina e tirosina, promoveu maior sobrevivência larval (HERFINDAL et al., 1999).

A *Artemia* salina é um crustáceo, que em estado adulto pode chegar a medir 17 a 18 mm. A fêmea possui, geralmente, um ovário com 10 a 30 ovócitos podendo chegar a 70. Ela pode ser encontrada em grandes lagos de água salgada, denominadas salinas. Os cistos (ovócitos fertilizados), quando secos, possuem uma forma aparentemente inerte e podem permanecer assim por longos períodos, em estado de criptobiose. Porém, em contato com a água do mar, os cistos se hidratam e tem início o desenvolvimento embrionário, tornando-se uma das mais importantes fontes de alimentação natural na aquicultura. Os náuplios, logo que eclodem, medem entre 400 e 500 micra e tem uma cor levemente alaranjada. Possuem três pares de apêndices, com funções sensoriais, locomotoras, filtradoras e captação de alimento. O náuplio de *Artemia* é um filtrador não seletivo (REEVE, 1963) e se alimenta tanto de partículas de matéria orgânica como de organismos vivos de tamanho reduzido (bactérias e microalgas). É uma excelente fonte de alimento, sendo essencial para a produção de larvas de algumas espécies (KAISER et al., 2003). HAMRE et al. (2002) compararam a alimentação de larvas com zooplâncton e com *Artemia* e obtiveram um maior crescimento e sobrevivência com uso da *Artemia*. Outros estudos indicam as vantagens do enriquecimento da *Artemia* (WATANABE et al., 1983; SORGELOOS et al., 1986; McEVOY, 1995). De acordo com o tipo e a duração do enriquecimento, ele pode influenciar a composição bioquímica da *Artemia* e a temperatura da água influencia no tempo e na qualidade do enriquecimento (RITAR et al., 2004).

Novos e eficientes métodos têm sido descobertos, resultando em melhores taxas de eclosão, desenvolvimento e enriquecimento dos náuplios de *Artemia*. Algumas empresas privadas têm investido no desenvolvimento de novas tecnologias que

potencializam e facilitam cada vez mais a utilização desse método (KOLKOVSKI, 2004). SOUTHGATE et al. (1995) observaram resultados positivos com a utilização de micro-cápsulas contendo óleo marinho, indicando mais uma alternativa economicamente viável para o enriquecimento da *Artemia*, enquanto SMITH et al. (2004) obtiveram sucesso no enriquecimento dos náuplios de *Artemia* com vitamina C. Já STEWART et al. (2001) obtiveram resultados positivos na diferenciação sexual em peixes com o uso de hormônios esteróides no enriquecimento de *Artemia*.

O uso de hormônios na produção animal, no entanto, começa a ser visto de forma prejudicial ao meio ambiente e aos consumidores. Com a falta de regulamentação para controlar os insumos usados ou os produtos, nos sistemas de produção animal, em escala industrial, as potenciais conseqüências sobre a saúde das comunidades são fonte de grande preocupação (KOOPMANS, 2004).

Na alimentação animal, o uso de hormônios já foi utilizado de forma indiscriminada, e atualmente é visto com restrições, gerando barreiras no momento da comercialização do produto. A regulamentação oficial da utilização de hormônios em produção animal varia nos diversos países. Somente o dietil-estilbestrol tem uso proibido em todos os países pelo seu efeito carcinogênico (COLLINS et al., 1989). Já em 1989, a Comunidade Econômica Européia proibiu a utilização de substâncias anabolizantes para uso em animais, não permitindo a comercialização e a importação de carnes que apresentem resíduos dessas substâncias (BOOTS et al., 1997). No Brasil, a partir de 1991, foram proibidos a importação, produção, comercialização e uso de substâncias naturais ou artificiais, para fins de crescimento e/ou engorda de animais de abate, com permissão apenas para fins terapêuticos, sincronização de ciclo estral e preparação de doadores e receptores para a transferência de embriões (BRASIL, 1991). Em 1995, foi determinado pelo *Codex alimentarius*, que os produtos 17 β -estradiol, testosterona e progesterona seriam seguros à saúde, assim como o acetato de trembolona e o zeranol, desde que nas doses estipuladas (PALERMO-NETO, 1998).

A utilização de alguns hormônios na produção de peixes é comum, com resultados positivos e outros negativos (URBINATI, 2006).

Novos procedimentos visando à melhoria da larvicultura devem ser desenvolvidos para aumentar a produtividade em condições de confinamento de forma segura. Uma alternativa a ser explorada é o uso de náuplios de *Artemia* enriquecidos com precursores de hormônios, uma vez que tem sido mostrado o potencial do enriquecimento de organismos naturais como zooplâncton e *Artemia* (GUEVARA, 2003; LUZ, 2004), inclusive com aminoácidos (HERFINDAL et al., 1999). Do mesmo modo, o enriquecimento de ração com aminoácidos precursores de hormônios é uma técnica de aplicação exógena de indutores de respostas fisiológicas a hormônios, sem seu uso direto.

Com base nessas informações, e conhecendo o processo de síntese dos hormônios tireoidianos e da serotonina e melatonina, aminoácidos precursores desses compostos podem ser utilizados no enriquecimento de *Artemia* e da ração, favorecendo a síntese hormonal nos animais alimentados com um ou outro, de forma indireta. Assim, os aminoácidos tirosina e triptofano devem receber atenção especial, pois seus efeitos podem influenciar de maneira positiva o desempenho larval na produção de peixes.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, C. F.; LILEY, N. R.; GORZALKA, B. B. PCPA increases aggression in male firemouth cichlids. **Pharmacology**, v.53, p.328–330, 1996.
- ALDEGUNDE, M.; GARCIA, J.; SOENGAS, J. L.; ROZAS, G. Uptake of tryptophan into brain of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **J. Exp. Zool.**, v.282, p.285–289, 1998.
- ALDEGUNDE, M.; SOENGAS, J. L.; ROZAS, G. Acute effects on tryptophan hydroxylation rate in brain regions (hypothalamus and medulla) of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **J. Exp. Zool.**, v.286, p.131–135, 2000.
- AYSON, F.G.; LAM, T.J. Thyroxin injection of female rabbitfish (*Siganus guttatus*) broodstock: changes in thyroid hormone levels in plasma, eggs and yolk-sac larvae, and its effects on larval growth and survival. **Aquaculture**, v.109, p. 83-93, 1993.
- BENTLEY, P. J. **Comparative Vertebrate Endocrinology**. Cambridge: University Press, 1998, p.546.
- BERNARDINO, G.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A.; BOCK, C.L.; MENDONÇA, J.O.J. Propagação artificial do matrinchã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869), (Teleostei, Characidae). **B. Tec. CEPTA**, v.6, p.1-9, 1993.
- BLANCHARD, D. C.; SAKAI, R. R.; MCEWEN, B.; WEISS, S. M.; BLANCHARD, R. J. Subordination stress: behavioral, brain and neuroendocrine correlates. **Behav. Brain Res.**, v.58, p.113– 121, 1993.
- BOADLE-BIBER, M. C. Regulation of serotonin synthesis. **Prog. Biophys. Mol. Biol.**, v.60, p.1–15, 1993.

BOOTS, R.; ANDERSON, P.; DEHAAN, K. Growth stimulants: compounds, concentrations, combinations and regulations. In: Impact and carcass value of beef cattle – Symposium, 1997, Oklahoma. **Proceedings...** Oklahoma: Oklahoma State University, p.10-14, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 51 de 24 de maio de 1991. Diário Oficial, Brasília, 27 de maio de 1991. Seção I. p.9989.

BRÄNNÄS, E.; LINNÉR, J.; ERIKSSON, O. Aggression and growth as an effect of size composition in groups of arctic charr. **J. Fish Biol.**, v.60, p.1331-1334, 2002.

BROWN, C. L.; DOROSHOV, S. I.; NUÑEZ, J. M.; HADLEY, C.; VANEENENNAAM, J.; NISHIOKA, R. S.; BERN, H. A. Maternal triiodothyronine injections cause increases in swimbladder inflation and survival rates in larval striped bass, *Morone saxatilis*. **J. Exp. Zool.**, v.248, p.168-176, 1988.

BROWN, C. L.; BERN, H. A. **Hormones in early development with special reference to teleost fishes.** In: M.P. Schreibman & C.S. Scanes (Eds). Hormones in Development, Maturation, and Senescence of Neuroendocrine Systems. A Comparative Approach. Academic Press, New York, p. 289-306, 1989.

CASSONE, V. M. Melatonin's role in vertebrate circadian rhythms. **Chronobiol. Int.**, v.15, p.457-473, 1998.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce.** Jaboticabal: FUNEP. 1992.189p.

CECCARELLI, P. S. **Canibalismo em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1869).** 1997. 92f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

COLLINS, S. S.; BELK, K. E.; CROSS, H. R. The EEC ban against growth-promoting hormones. **Nutr. Rev.**, v.47, n.8, p.238-246, 1989.

CONCEIÇÃO L.E.C., VAN DER MEEREN T., VERRETH J.A.J., EVJEN M. S., HOULIHAN D. F., FYHN H. J. Amino acid metabolism and protein turnover in larval turbot (*Scophthalmus maximus*) fed natural zooplankton or *Artemia*. **Mar. Biol.** v.129, p.255-265, 1997

DEANE, E.E.; WOO, N.Y.S. Ontogeny of thyroid hormones, cortisol, hsp70 and hsp90 during silver sea bream larval development. **Life Sci.**, v.9153, p.1-14, 2002.

DE JESUS, E.G.; TOLEDO, J.D.; SIMPAS, M.S. Thyroid hormones promote early metamorphosis in grouper (*Epinephelus coioides*) larvae. **Gen. Comp. Endocrinol.**, v.112, p.10-16, 1998.

DECKEL, A. W. Behavioral changes in *Anolis carolinensis* following injection with fluoxetine. **Behav. Brain Res.**, v.78, p.175– 82, 1996.

DENAPOLI, J. S.; DODMAN, N. H.; SHUSTER, L. WILLIAM M. R.; PHDKATHY L. G. Effect of dietary protein content and tryptophan supplementation on dominance aggression, territorial aggression, and hyperactivity in dogs. **J. Am. Vet. Med.**, v.217, p.504–508, 2000.

EALLES, J. G.; HIMICK, B.A. The effects of TRH on plasma thyroid hormone levels of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and arctic charr (*Salvelinus alpinus*). **Gen. Comp. Endocrinol.**, v.72, p.333-339, 1988.

EKSTRÖM, P.; MEISSL, H. The pineal organ of teleost fishes. **Rev. Fish Biol.**, v.7, p.199–284, 1997.

FALCÓN J. Cellular circadian clocks in the pineal. **Prog. Neurobiol.**, v.58, p.121–162, 1999.

FERNSTROM, J. D. Role of precursor availability in control of monoamine biosynthesis in brain. **Physiol. Rev.**, v.60, p.484–546, 1983.

FERRIS, C. F.; MELLONI, R. H.; KOPPEL, G.; PERRY, K. W.; FULLER, R. W.; DELVILLE, Y. Vasopressin/serotonin interactions in the anterior hypothalamus control aggressive behavior in golden hamsters. **J. Neurosci.**, v.17, p.4331– 4340, 1997.

FREGADOLLI, C. H. Seleção alimentar de larvas de pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 e tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, em laboratório. **B. Téc. CEPTA**, v.6, p.1-50, 1993.

FOLKVORD, A.; OTTERA, H. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). **Aquaculture**, v.114, p.243-260, 1993.

GAVLIK, S.; ALBINO, M.; SPECKER, J. L. Metamorphosis in summer flounder: manipulation of thyroid status to synchronize settling behavior, growth, and development. **Aquaculture**, v.203, p.359-373, 2002.

GOMES, L. C.; URBINATI, E. C. Matrinxã (*Brycon amazonicus*). In **Espécies nativas com potencial para a piscicultura**. BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (Eds.). Editora U. Federal de Santa Maria, p. 149-168.

GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J.A. Effects of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v.183, p.73-81, 2000.

GOULDING, M. **Ecologia da pesca do rio Madeira**. Manaus: INPA, 1979. 172p.

GREAVES, K.; TUENE, S. The form and context of aggressive behaviour in farmed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). **Aquaculture**, v.193, p.139-147, 2001.

GUEVARA, M. J. P. **Enriquecimento de zooplâncton com óleo de peixe na larvicultura de pacu *Piaractus mesopotamicus* e curimatá *Prochilodus lineatus***. 106f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, 2003.

HAMRE, K.; OPSTAD, I.; ESPE, M.; SOLBAKKEN, J.; HEMRE, G.I.; PITTMAN, K. Nutrient composition and metamorphosis success of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.) larvae fed natural zooplankton or *Artêmia*. **Aquacult. Nutr.**, v.8, p.139–148, 2002.

HERFINDAL, L.; TANAKA, M. & RØNNESTAD, I. Effect of feeding *Artemia* enriched with free phenylalanine and tyrosine to larval Japanese flounder. In **International Conference 'Aquaculture Europe '99'** (Laird, L. & Reinertsen, H., eds). European Aquaculture Society, Special Publication n. 27. 1999.

HETCH, T.; PIENAAR, A.G. Cannibalism: the hidden mortality in larviculture. In **Larvi'91- Fish & Crustacean Larviculture Symposium**. European Aquaculture Society Special Publication v.15, p.277, 1991.

HEY, J.; FARRAR, E.; BRISTOW, B. T.; STETTNER, C.; SUMMERFELT, R. C. Thyroid hormones and their influences on larval performance and incidence of cannibalism in walleye *Stizostedion vitreum*. **J. World Aquac. Soc.**, v.27, p. 40-51, 1996.

HÖGLUND, E.; BAKKE, M. J.; ØVERLI, Ø.; WINBERG, S.; NILSSON, G. E. Suppression of aggressive behaviour in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) by L-tryptophan supplementation. **Aquaculture**, v.249, p.525-531, 2005.

HOWES, M. Review of the genus *Brycon* (Teleostei: Characoidei). **Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)**, v. 43, p.1-47, 1982.

HUANG, L.; JENNIFER, L. S.; BENGTSON, D. A. Effect of triiodothyronine on the growth and survival of larval striped bass (*Morone saxatilis*). **Fish Physiol. Biochem.** v.15, p.57-64, 1996.

HUBER, R.; SMITH, K.; DELAGO, A.; ISAKSSON, K.; KRAVITZ, E. A. Serotonin and aggressive motivation in crustaceans: altering the decision to retreat. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, v.94, p.5939– 5942, 1997.

HUTCHISON, M. J.; IWATA, M. Effect of thyroxin on the decrease of aggressive behavior of four salmonids during the parr-smolt transformation. **Aquaculture**, v.168, p.169-175, 1998.

JOHNSTON, W. L.; ATKINSON, J. L.; HILTON, J. W.; WERE, K. E. Effect of dietary tryptophan on plasma and brain tryptophan, brain serotonin, and brain 5-hydroxyindoleacetic acid in rainbow trout. **J. Nutr. Biochem.**, v.1, p.49–54, 1990.

JOMORI, K.R. Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de larvicultura em laboratório. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, São Paulo. 2001.

JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B.; PORTELLA, M.C. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, v.221, p. 277–287, 2003.

KOOPMANS, M. Produção animal industrial – a próxima crise global de saúde? Human Health Summary Portugal, 2004. Disponível em: <http://www.spa-international.org>. Acesso em: 27 Jan. 2007.

KAISER, H.; ENDEMANN, F.; PAULET, T. G. A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, *Carassius auratus* (L.) **Aquacult. Res.** v. 34 (11), p. 943–950. 2003.

KOLKOVSKI, S., CURNOW, J., KING, J. Intensive rearing system for fish larvae research: Marine fish larval rearing system. **Aquacult. Eng.** v. 31, p.295-308. 2004.

LAM, T.J. Hormones and egg/larval quality in fish. **J. World Aquac. Soc.**, v. 25, p. 2-12, 1994.

LAM, T. J. Eggs in fish: are hormones involved? **Aquaculture**, v.135, p.74, 1995.

LAM, T. J.; SHARMA, R. Effects of salinity and thyroxine on larval survival, growth and development in the carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture**, v. 44, p. 179-184, 1985.

LAMBERT, D. M.; ARGUE, B. J.; DUNHAM, R. A. Effects of seasonal variations, thyroid and steroid hormones, and carp pituitary extract on the artificial production of channel catfish *Ictalurus punctatus* x blue catfish *I. furcatus* hybrids. **J. World Aquac. Soc.**, v. 30, p. 80-88, 1999.

LANDINES, M.A. **Efeito da triiodotironina (T₃) no desenvolvimento embrionário e no desempenho das larvas de pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e dourado (*Salminus maxillosus*)** 146f. Tese (Doutorado) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 2003.

LARSON, E. T.; SUMMERS, C. H. Serotonin reverses dominant social status. *Behav. Brain Res.*, v.121, p.95– 102, 2001.

LARSON, E.T.; WINBERG, S.; MAYER, I.; LEPAGE, O.; SUMMERS, C.H.; ØVERLI, Ø. Social stress affects circulating melatonin levels in rainbow trout. **Gen. Comp. Endocrinol.**, v. 136, p. 322– 327, 2004.

LEONARDO, A.F.G. **Ação da triiodotironina na larvicultura da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e matrinxã (*Brycon cephalus*).** 82f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

LEPAGE, O.; TOTTMAR, O.; WINBERG, S. Elevated dietary intake of l-tryptophan counteracts the stress-induced elevation of plasma cortisol in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). **J. Exp. Biol.**, v.205, p.3679– 3687, 2002.

LEPAGE, O.; VILCHEZ, I. M.; POTTINGER, T. G.; WINBERG, S. Timecourse of the effect of dietary l-tryptophan on plasma cortisol levels in rainbow trout *Onchorhynchus mykiss*. **J. Exp. Biol.**, v.206, p.3589– 3599, 2003.

LEPAGE, O.; LARSON, E. T.; MAYER, I.; WINBERG, S. Tryptophan affects both gastrointestinal melatonin production and interrenal activity in stressed and nonstressed rainbow trout. **J. Pineal Res.**, v.38, p.264–271, 2005.

LIMA, F. C. T. Subfamily Bryconinae (Characins, Tetras). In: REIS, R.E; KULANDER, S. O; FERRARIS JR, C. J. (Orgs.) Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. EDPURCS, Porto Alegre. p. 174-181, 2003.

LIMA, M. S. Os fluxos de conhecimentos na piscicultura do estado do Amazonas: uma análise da trajetória e das condições institucionais. **ConTexto**, v.5, n.8, 2005.

LIU, Y-W; CHAN, W-K. Thyroid hormones are important for embryonic to larval transitory phase in zebrafish. **Differentiation**, v.70, p.36-45, 2002.

LUZ, R.K. **Aspectos da larvicultura do trairão *Hoplias lacerdae*: manejo alimentar, densidade de estocagem e teste de exposição ao ar**. 120f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2004.

MANZON, R. G.; EALES J. G.; YOUSON J. H. Blocking of KClO₄-Induced Metamorphosis in Premetamorphic Sea Lampreys by Exogenous Thyroid Hormones (TH); Effects of KClO₄ and TH on Serum TH Concentrations and Intestinal Thyroxine Outer-Ring Deiodination. **Gen. Comp. Endocr.**, v. 112, p. 54-62. 1998.

MCEVOY L.A.; NAVARRO J.C.; BELL J.G.; SARGENT J.R. Autoxidation of oil emulsions during the Artemia enrichment process. **Aquaculture**. v. 134, p. 101-112. 1995

MARKUS, C. R.; OLIVIER, B.; PANHUYSEN, G. E. M; GUGTEN, J. V. D.; SALLES, M.; TUITEN A.; WESTENBERG H. G.; FEKKES D.; KOPPESCHAAR H. F.; DE HAAN E. E. The bovine protein α -lactalbumin increases the plasma ratio of tryptophan to the other large neutral amino acids, and in vulnerable subjects raises brain serotonin activity, reduces cortisol concentration, and improves mood under stress. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.71, p.1536–1544, 2000.

MYLONAS, C. C.; SULLIVAN, C. V.; HISHAN, J. M. Thyroid hormones in brown trout (*Salmo trutta*) reproduction and early development. **Fish Physiol. Biochem.**, v. 13 (6), p. 485-493, 1994.

MONGEAU, R.; BLIER, P.; de MONTIGNY, C. The serotonergic and noradrenergic systems of the hippocampus: their interactions and the effects of antidepressant treatments. **Brain Res. Rev.**, v.23, p.145–195, 1997.

MUNRO, A. D. Effects of melatonin, serotonin, and naloxene on aggression in isolated cichlid fish (*Aequidens pulcher*). **J. Pineal Res.**, v.3, p.257–262, 1986.

NUTT, D.; FORSHALL, S.; BELL, C.; RICH, A.; SANDFORD, J.; NASH, J.; ARGYOPOULOS, S. Mechanisms of action of selective serotonin reuptake inhibitors in the treatment of psychiatric disorders. **Eur. Neuropsychopharmacol.**, v.3, p.S81– S86, 1999.

OLIVEIRA, A.K., ALVIM, M.C.C., PERET, A.C. & ALVES, C.B.M. Diet shifts related to body size of the pirambeba *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 (Osteichthyes, Serrasalminae) in the Cajuru Reservoir, São Francisco River basin, Brazil. **Braz. J. Biol.** v. 64 p.117-124. 2004

OZKIZILCIK, S.; F.-L.E. CHU. Evaluation of omega-3 fatty acid enrichment of *Artemia* Nauplii as food for striped bass *Morone saxatilis* Walbaum larvae.. **J. World Aquacult. Soc.** v. 25(1) p.147-154.1994

PALERMO NETO, J. Anabolizante e pecuária de corte. **Rev. Educ. Contin. CRMV – SP**, v.1, n.1, p.10-15, 1998.

PARENT, A.; POIRAS, D.; DUBÉ, L. Comparative neuroanatomy of central monoaminergic systems. In: Björklund, A., Hökfelt, T. (Eds.), **Handbook of Chemical Neuroanatomy**. Elsevier, Amsterdam, pp. 409– 439, 1984.

PERREAULT, H. A. N.; SEMSAR, K; GODWIN, J. Fluoxetine treatment decreases territorial aggression in a coral reef fish. **Physiol. Behav.**, v.79, p.719– 724, 2003.

PLISETSKAYA, E.; WOO, N. Y. S.; MURAT, J. C. Thyroid hormones in cyclostomes and fish and their role in regulation of intermediary metabolism. **Comp. Biochem. Physiol.**, v.74A, n.2, p.179-187, 1983.

POWER, D. M.; LLEWELLYN, L.; FAUSTINO, M.; NOWELL, M. A.; BJORNSSON, B. T.; EINARSDOTTIR, I. E.; CANARIO, A. V.; SWEENEY, G. E. Thyroid hormones in growth and development of fish. **Comp. Biochem. Physiol.**, v.130, p.447-459, 2001.

RALEIGH M. J.; MCGUIRE M. T.; BRAMMER G. L.; POLLACK D. B.; YUWILER, A. Serotonergic mechanisms promote dominance acquisition in adult male vervet monkeys. **Brain Res.**, v.559, p.181– 90, 1991.

RAO, N.V.A.; RAZA, B.; PRASAD, J. K.; RAZI, S.S.; GOTTARDO, L.; AHMAD, M.F.; NUSSDORFER, G.G. Melatonin decreases glucocorticoid blood concentration in the rat and palm squirrel, acting directly on the adrenal gland. **Biomed. Res.**, v.22, p.115–117, 2001.

REDDY, P. K.; LAM, T.J. Effect of thyroid hormones on morphogenesis and growth of larvae and fry of telescopic-eye black goldfish, *Carassius auratus*. **Aquaculture**, v. 107, p. 383-394, 1992.

REEVE, M. R. Growth efficiency in artemia under laboratory conditions **Biol Bull** v.125, p.133-145. 1963.

RITAR, A. J.; DUNSTAN, G. A.; NELSON, M. M.; BROWN, M. R.; NICHOLS, P. D.; THOMAS, C. W.; SMITH, E. G.; CREAR, B. J.; KOLKOVSKI, S. Nutritional and bacterial profiles of juvenile *Artemia* fed different enrichments and during starvation. **Aquaculture**, v.239, p.351-373. 2004

ROJAS, A.; FRACALLOSSI, G. A.; Machado, D.; Indrusiak, J. D. Body composition of tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon cephalus*, when raised in

intensive (igarapé channel) and semi-intensive (pond) culture systems. **R. Bras. Zootec.** v.31, p.1059-1069. 2002

SALLES, F. A. **Aspectos técnicos e econômicos da larvicultura intensiva de curimatá *Prochilodus scrofa* (Steindacher, 1881) em escala massal.** 53f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 1998.

SANCHEZ, C.; HYTTEL, J. Isolation-induced aggression in mice-effects of 5-hydroxytryptamine uptake inhibitors and involvement of postsynaptic 5-HT_{1a} receptors. **Eur. J. Pharmacol.**, v.264, p.241–247, 1994.

SCHREIBER, A. M.; SPECKER, A. Metamorphosis in the summer flounder (*Paralichthys dentatus*): stage specific developmental response to altered thyroid status. **Gen. Comp. Endocrinol.** v.111, p.156 -166, 1998.

SCORVO-FILHO, J. D.; MARTINS, N. B.; AYROSA, L. M. S. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra de 1996/1997. **Inf. Econ.**, v. 28, p. 41-60, 1998.

SHEA, M. M.; KUENZEL, W. J.; MENCH, J. A. A technique for cannulating cisterna magna and sampling cerebrospinal fluid from socially housed birds. **Poultry Sci.**, v.73, p.556–563, 1994.

SMITH, G. G.; RITAR, A. J.; BROWN, M. R. Uptake and metabolism of a particulate form of ascorbic acid by *Artemia* nauplii and juveniles. **Aquacult. Nutrit.** v.10, p.1–8. 2004.

SOARES, M. C. F.; URBINATI, E. C.; SENHORINI, J. A. Variação Periódica da triiodotironina (T₃) plasmática e sua ação na reprodução induzida do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) em cativeiro. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.6, p.1825-1834, 2003.

SORGELOOS, P.; LAVENS, P.; LEGER, P.; TACKAERT, W.; VERSICHELE, D. Manual para el cultivo y uso de artêmia en acuicultura – Programa gubernamental – FAO – Itália. 1986.

SOUTHGATE P.C.; LOU D.C. Improving the n-3 HUFA composition of Artemia using microcapsules containing marine oils. **Aquaculture**, v. 134, p. 91-99. 1995

STEWART, A. B.; SPICER, A. V.; INSKEEP, E. K.; DAILEY, R. A. Steroid hormone enrichment of Artemia nauplii. **Aquaculture**, v.202, p.177-181, 2001.

SUMMERS, C. H.; LARSON, E. T.; SUMMERS, T. R.; RENNER, K. J.; GREENBERG N. Regional and temporal separation of serotonergic activity mediating social stress. **Neuroscience**, v.87, p.489-496, 1998.

TACHIHARA, K.; EL-ZIBDEH, M. K.; ISHIMATSU, A.; TAGAWA, M. Improved seed production of goldstriped amberjack *Seriola lalandi* under hatchery conditions by injection of triiodothyronine (T₃) to broodstock fish. **J. World Aquac. Soc.**, v. 28, p. 34-44, 1997.

TAGAWA, M.; HIRANO, T. Effects of thyroid hormone deficiency in eggs on the early development of the medaka, *Oryzias latipes*. **J. Exp. Zool.**, v.257, p.360-366, 1991.

TANAKA, M.; TANANGONAN, J. B.; TAGAWA, M.; de JESUS, E. G.; NISHIDA, H.; ISAKA, M.; KIMURA, R.; HIRANO, T. Development of the pituitary, thyroid and interrenal glands and applications of endocrinology to the improved rearing of marine fish larvae. **Aquaculture**, v.135, p.111–126, 1995.

TAVARES, L.H.S. Análise da seletividade alimentar em larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (híbrido, pacu - *Piaractus mesopotamicus* – e tambaqui - *Colossoma macropomum*) sobre os organismos aquáticos. **Acta Lim. Bras.**, v. 6, p.114-1132, 1993.

TESSER, M. B.; CARNEIRO, D. J.; PORTELLA, M.C. Co-feeding of pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (1887), larvae with *Artemia naupili* and a microencapsulated diet. **J. Appl. Aquac.** v.17, n.2, p.47-59, 2005.

URBINATI, E. C.; SOARES, M. F.; SENHORINI, J. A. Preliminary study of the effect of maternal triiodothyronine on early development of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae). **J. Aquac. Trop.**, v.18, p.217-224, 2003.

URBINATI, E.C. Uso de hormônios na piscicultura. In **Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura**, Aqua Ciência 2004. CYRINO, J.E.P., URBINATI, E.C. (Eds.). Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática (AQUABIO), 2006. Jaboticabal, SP. p. 67-80.

VASQUES, L.H. **Participação do hormônio triiodotironina (T₃) no desenvolvimento inicial do matrinxã *Brycon cephalus***. 146f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2003.

VILLALBA, C.; BOYLE, P.A.; CALIGURI, E. J.; de VRIES, G.J. Effects of the selective serotonin reuptake inhibitor fluoxetine on social behaviors in male and female prairie voles (*Microtus ochrogaster*). **Horm. Behav.**, v.32, p.184– 191, 1997.

XU, F.; LI, J. C.; MA, K. C.; WANG M. Effects of melatonin on hypothalamic gamma-aminobutyric acid, aspartic acid, glutamic acid, beta-endorphin and serotonin levels in mice. **Biol. Signals**, v.4, p.225–231, 1995.

WATANABE, T.; KITAJIMA, C.; FUJITA, S. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. **Aquaculture**, Amsterdam, v.34, p.115–143, 1983.

WINBERG, S.; NILSSON, G. E.; OLSEN, K. H. Social rank and brain levels of monoamines and monoamine metabolites in arctic charr, *Salvelinus alpinus* L. **J. Comp. Physiol. A Sens. Neural Behav. Physiol.**, v.168, p.241–246, 1991.

WINBERG, S.; NILSSON, G.E.; OLSEN, K.H. Changes in brain serotonergic activity during hierarchical behavior in arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) are socially induced. **J. Comp. Physiol. A Sens. Neural Behav. Physiol.**, v.170, p.93–99, 1992.

WINBERG, S.; MYRBERG, A. A.; NILSSON, G. E. Agonistic interactions affect brain serotonergic activity in an acanthopterygian fish: the bicolor damselfish (*Pomacentrus partitus*). **Brain Behav. Evol.**, v.48, p.213–220, 1996.

WINBERG, S.; WINBERG, Y.; FERNALD, R. D. Effect of social rank on brain monoaminergic activity in a cichlid fish. **Brain Behav. Evol.**, v.49, p.230–236, 1997.

WINBERG, S.; ØVERLI, Ø.; LEPAGE, O. Suppression of aggression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by dietary L-tryptophan. **J. Exp. Biol.**, v.204, p.3867–3886, 2001.

WINBERG, S.; CARTER, C. G.; MCCARTHY, J. D.; HE, Z. Y.; NILSSON, G. E.; HOULIHAN, D. F. Feeding rank and brain serotonergic activity in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **J. Exp. Biol.**, v.179, p.197–211, 1993.

WOYNAROVICH, E.; HORVATH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão.** Tradução Vera Lucia Mixtra Chama. Brasília: FAO/CODECAS/CNPq, 1983, 220p.

YAMANO, K.; MIWA, S. Differential genes expression of thyroid hormones receptor α and β in fish development. **Gen. Comp. Endocrinol.**, v. 109, p.75-85, 1998.

ZANIBONI FILHO, E.; BARBOSA, N.D.C. Larvicultura na CEMIG. In: ENCONTRO ANUAL DE AQUICULTURA DE MINAS GERAIS, 10., 1992, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: 1992. v.10. p.36-42.

CAPITULO 2 - UTILIZAÇÃO DA TIROSINA NO ENRIQUECIMENTO DE NÁUPLIOS DE ARTEMIA E DE RAÇÃO NA LARVICULTURA DE MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*)

RESUMO

Este trabalho avaliou a influência da adição de tirosina, aminoácido precursor dos hormônios tireoidianos, na alimentação de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) por meio de enriquecimento de náuplios de *Artemia* (Experimento 1) e pelo enriquecimento da ração (Experimento 2) no desempenho zootécnico, redução de canibalismo e sobrevivência. No Experimento 1, os tratamentos foram: náuplios de *Artemia* não enriquecidos (T1), enriquecidos com 6,5 mg (T2), 13 mg (T3) e 26 mg de tirosina/L (T4) e no Experimento 2: ração comercial - RC (T1), RC enriquecida com 1,5 (T2), 4,5 (T3) e 10,5 g de tirosina/100g RC (T4). As amostragens foram realizadas 36 horas, 1, 3, 6, 9 e 12 dias após início da alimentação larval, sendo avaliados peso e comprimento dos exemplares, taxa de crescimento específico, coeficiente de variação do peso e do comprimento, ocorrência de canibalismo (conteúdo estomacal), sobrevivência e morfometria de folículos tireoidianos. No Experimento 1, os tratamentos não afetaram os parâmetros avaliados, possivelmente pela baixa eficiência do método utilizado para o enriquecimento dos náuplios de artemia com tirosina. No Experimento 2, os resultados mostram que o tratamento contendo 5,39 g de tirosina/100 g ração (T3) apresentou melhores resultados quando comparado com os demais tratamentos. As larvas apresentaram maior crescimento em comprimento e peso e uma sobrevivência superior à dos demais tratamentos. Dessa forma, o enriquecimento da ração com tirosina parece ser um método adequado para melhorar o desempenho e a sobrevivência de larvas de matrinxã e a tirosina pode ser processada como precursor dos hormônios tireoidianos produzindo os mesmos benefícios do seu uso.

Palavras-chave: canibalismo, sobrevivência, triiodotironina, hormônio tireoidiano.

ABSTRACT

The present study evaluated the enrichment of diets (*Artemia* – Experiment 1 and ration – Experiment 2) of matrinxã (*Brycon amazonicus*) larvae with tyrosine, amino acid precursor of the thyroid hormones, and their influence on the early growth, cannibalism and survival. In the Experiment 1, the treatments were: nauplios of *Artemia* no enriched (T1), nauplios of *Artemia* enriched with 6.5 mg tyrosine (T2), nauplios of *Artemia* enriched with 13 mg tyrosine (T3), nauplios of *Artemia* enriched with 26 mg tyrosine (T4). In the Experiment 2, the treatments were: commercial ration - CR (T1), CR enriched with 1.5 g tyrosine (T2), CR enriched with 4.5 g tyrosine (T3), CR enriched with 10.5 g tyrosine/100g (T4). The samplings were done at 36 h, 1, 3, 6, 9 and 12 days after the feeding starts to evaluate length and weight, coefficient of variation of length and weight, cannibalism, survival and morphometry of the thyroid follicles.

In the Experiment 1, the treatments did not affect the parameters, probably due to the low efficiency of the tyrosine enrichment method. In the Experiment 2, the ration containing 5.39 g tyrosine/g ration showed the best results (higher growth and higher survival). The tyrosine enrichment of the ration seems to be an appropriate method to improve the performance of larvae of matrinxã since tyrosine can be processed as precursor of the thyroid hormones and reproduce their effects.

Key words: cannibalism, survival, triiodothyronine, thyroid hormone.

1. INTRODUÇÃO

O matrinxã (*Brycon amazonicus*) (SPIX & AGASSIZ, 1829) é um peixe da Bacia Amazônica, muito apreciado pela qualidade da carne e por sua esportividade na pesca. A espécie tem hábito alimentar onívoro, alimentando-se de frutos, sementes e insetos. É um peixe que, no ambiente natural, migra para reproduzir-se, depois que sai de pequenos afluentes de água preta para rios de águas brancas ou turvas, no período que antecede a desova (GOULDING, 1979). Destaca-se pelo crescimento rápido e aceitação de ração artificial. Embora a reprodução induzida do matrinxã já seja realizada com sucesso (BERNARDINO et al., 1993), ainda existem dificuldades na larvicultura, durante a alimentação inicial das larvas, especialmente na primeira semana de vida (SENHORINI et al., 1998). Esta dificuldade gera altas taxas de mortalidade e está relacionada, entre outros aspectos, ao canibalismo que chega, muitas vezes, a inviabilizar a produção. Esse comportamento tem causado prejuízo econômico para a piscicultura (SMITH & REAY, 1991).

Estudos com várias espécies de peixes enfocaram condições em que pode ocorrer o comportamento de agressão intra-específica e de canibalismo. São elas: intervalos longos entre o fornecimento de alimento, luminosidade, diferença de tamanho das larvas (HECHT & PIENAAR, 1991; FOLKVORD & OTTERA, 1993; GREAVES & TUENE, 2001; BRANNAS et al., 2002) e densidade de estocagem (GOMES et al., 2000). Por outro lado, dados da literatura associam o comportamento agressivo de muitas espécies com os hormônios tireoidianos (HEY et al., 1996; HUTCHISON & IWATA, 1998; GAVLIK et al., 2002; URBINATI et al., 2003). Nos teleósteos, os hormônios tireoidianos estão envolvidos principalmente no desenvolvimento inicial, metamorfose e a sobrevivência das larvas (BROWN & BERN, 1989; LAM, 1994; HEY et al., 1996; HUANG et al., 1996; de JESUS et al., 1998; SCHREIBER & SPECKER, 1998; LIU & CHAN, 2002; URBINATI et al., 2003).

Nos peixes, a glândula tireóide é composta por folículos que apresentam a superfície revestida por uma camada única de células epiteliais. No lúmen do folículo, existe um colóide que funciona como reservatório dos hormônios. O tecido tireoidiano

localiza-se, em geral, atrás da faringe, ao redor da aorta ventral e na inserção dos arcos brânquias, embora em muitas espécies, os folículos possam ser encontrados em outras regiões, como próximo à parte anterior do rim, fígado, esôfago e encéfalo (RAINE & LEATHERLAND 2005; DELGADO et al., 2006; DOMINGUES & HOLT, 2006). Os folículos tireoidianos estão associados ao sistema do eixo hipotálamo-hipófise, evidenciando a importância fisiológica do sistema hormonal tireoidiano (EALES & HIMICK, 1988).

Na criação de larvas, o estudo dos aminoácidos é importante, pois as mudanças morfológicas que ocorrem na metamorfose e no desenvolvimento inicial dos peixes requerem a formação dos tecidos, processo no quais os aminoácidos têm uma grande importância (SCREIBER & SPECKER, 1998). Estudos sobre suplementação de dietas com aminoácidos mostram seu efeito na melhora da eficiência alimentar e crescimento larval (ARAI, 1981; OGATA et al., 1983).

A tirosina é um aminoácido precursor das catecolaminas (dopamina, epinefrina e norepinefrina) e dos hormônios tireoidianos. Juntamente com o iodo, é responsável pela formação, na glândula tireóide, da tiroxina (T4) e da tri-iodotironina (T3).

O enriquecimento de alimentos vivos e de ração com tirosina pode ser uma via de estimulação da produção dos hormônios tireoidianos nas larvas alimentadas com as dietas enriquecidas, e pode ser uma alternativa para substituir a utilização direta de hormônios na larvicultura dos peixes, procedimento recomendável em vista da atual preocupação e restrição mundiais em relação ao uso de hormônios na produção animal, pelos prejuízos que podem causar ao meio ambiente e aos consumidores (KOOPMANS, 2004).

Dentre os alimentos vivos, os náuplios de *Artemia* podem ser utilizados com grande eficiência na alimentação de inúmeras espécies de peixes, devido ao seu alto valor nutricional, fácil cultivo e alta produção (JOMORI, 2001; GUEVARA, 2003; LUZ, 2004; TESSER et al., 2005), além de que seu enriquecimento com tirosina estimulou o desenvolvimento inicial de *Paralichthys olivaceus* (HERFINDAL et al., 1999).

Sendo assim, este trabalho avaliou a influência da tirosina na alimentação de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) por meio de enriquecimento de náuplios de

Artemia (Experimento 1) e pelo enriquecimento de ração (Experimento 2) no desempenho zootécnico, redução de canibalismo e sobrevivência.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Espécie estudada

Classe: Actinopterygii

Sub classe: Neopterygii

Divisão: Teleostei

Subdivisão: Euteleostei

Superordem: Ostariophysi

Ordem: Characiformes

Sub-ordem: Characoidei

Super-família: Characoidae

Família: Characidae

Gênero: *Brycon*

Espécie: *Brycon amazonicus* (SPIX & AGASSIZ, 1829)

2.2. Local do experimento

O estudo, dividido em 2 experimentos, foi realizado no Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais CEPTA/IBAMA, localizado no Município de Pirassununga, Estado de São Paulo, Brasil (21° 56' S e 47° 22' W) e no Laboratório de Fisiologia de Peixes, do Depto. de Morfologia e Fisiologia Animal, da FCAV – Unesp, Jaboticabal.

2.3. Unidades experimentais

Foram utilizadas caixas de fibra de vidro retangulares, com volume aproximado de 25 litros, em sistema de circulação fechado, com temperatura controlada e aeração constante. A densidade de estocagem das larvas foi de 16 larvas/litro.

2.4. Manejo e Reprodução

As larvas utilizadas nos experimentos foram obtidas por reprodução induzida de matrizes de matrinxã (WOYNAROVICH & HORVATH, 1983), com 4 anos de idade, mantidas em viveiro de terra escavado e alimentadas com ração comercial (28% P.B.), oferecida duas vezes ao dia.

Os ovócitos de todas as fêmeas foram misturados e aliqüotados para distribuição aleatória das larvas produzidas nos seguintes tratamentos:

Experimento 1

T 1: náuplios de *Artemia* não enriquecidos

T 2: náuplios de *Artemia* enriquecidos com 6,5 mg de tirosina/L

T 3: náuplios de *Artemia* enriquecidos com 13 mg de tirosina/L

T 4: náuplios de *Artemia* enriquecidos com 26 mg de tirosina/L

As concentrações de tirosina utilizadas no enriquecimento de *Artemia* foram calculadas de acordo com SOLBAKKEN et al. (2002), que estabeleceram os valores basais encontrados na *Artemia* após eclosão dos náuplios, e a partir desse valor foi estipulado o enriquecimento em 0,5, 1 e 2 vezes o valor controle.

Após o procedimento do enriquecimento, foi coletada 1 g de náuplios, que foi congelada para posterior análise da concentração de tirosina pelo método de cromatografia de troca iônica com derivatização por ninidrina (LAB TEC).

Tabela 1. Valores dos resultados do enriquecimento dos náuplios de artemia com tirosina (g/100 g) obtida.

Tratamento	Valores esperados (g/100 g náuplios)	Valores obtidos (g/100 g náuplios)
T1	0,26	0,19
T2	0,33	0,21
T3	0,39	0,20
T4	0,52	0,20

Experimento 2

T 1: ração comercial - RC

T 2: ração enriquecida com 1,5 g de tirosina /100 g RC

T 3: ração enriquecida com 4,5 g de tirosina /100 g RC

T 4: ração enriquecida com 10,5 g de tirosina /100 g RC

As concentrações de tirosina da ração foram 2, 4 e 8 vezes a concentração existente na ração comercial utilizada que foi a ração para larvas (56%) P.B. da Fri-ribe. O aminoácido foi adicionado à ração e misturado de acordo com os tratamentos, com um auxílio de um misturador tipo bate-deira.

Em todos os tratamentos, as larvas receberam alimentação natural, juntamente com a ração. Após o procedimento do enriquecimento, 100 g de ração foram congeladas para posterior análise da concentração de tirosina pelo método de cromatografia de troca iônica com derivatização por ninidrina (LAB TEC).

Tabela 2. Valores dos resultados do enriquecimento da ração com tirosina

Tratamentos	Valores esperados (g/100 g ração)	Valores obtidos (g/100 g ração)	Recuperação (%)
T1	1,9	1,9	
T2	3,4	3,14	92
T3	6,4	5,39	84
T4	12,4	9,79	79

2.5. *Artemia*

Os cistos de *Artemia* foram incubados até a eclosão, de acordo com o procedimento descrito por LAVENS & SORGELOOS (1996). Os cistos foram hidratados durante uma hora e meia em água doce, a 25°C, com aeração constante. Posteriormente, foram desencapsulados em solução de água doce com hipoclorito de

sódio e incubados, durante 24 horas, em tanques cilindro-cônicos com aeração forte no fundo, densidade de 1 g de ovos/L, iluminação constante, temperatura entre 25-28 °C e salinidade de 25 ppm.

No Experimento 1, os náuplios foram expostos a soluções contendo tirosina, durante 24 horas, de acordo com os tratamentos. A exposição dos náuplios à tirosina também ocorreu durante os outros procedimentos de preparação da *Artemia*: hidratação, desencapsulação e eclosão, pois a água utilizada tinha as mesmas concentrações de tirosina, de acordo com os tratamentos.

Alimentação no Experimento 1

As larvas receberam somente alimentação natural (500 náuplios enriquecidos por larva) a partir de 36 horas pós-eclosão, três vezes ao dia (8:00, 13:00 e 17:00 horas), de acordo com os respectivos tratamentos.

Alimentação no Experimento 2

As larvas receberam alimentação natural (náuplios de *Artemia*) durante todo o período experimental. A partir do primeiro dia de vida, receberam também ração enriquecida com tirosina, de acordo com os tratamentos.

2.6. Parâmetros Limnológicos

Durante o período experimental, o monitoramento da qualidade da água foi realizado às 7:30 e 16:30 horas, mensurando-se a temperatura ($27 \pm 0,1^\circ\text{C}$), oxigênio dissolvido ($7,4 \pm 1 \text{ mg O}_2/\text{L}$), pH ($7,8 \pm 0,7$) e amônia não ionizada ($0,02 \text{ mg/L}$). Os valores encontrados estão dentro da faixa recomendada para o cultivo de espécies tropicais (BOYD, 1990). As caixas foram sifonadas duas vezes por semana, com uma mangueira de borracha, para a retirada dos restos de alimento e os detritos.

2.7. Coleta das larvas e juvenis

As amostragens foram realizadas nos tempos: 36 horas (controle – início da alimentação com *Artemia*), 1, 3, 6, 9 e 12 dias após início do período experimental. Oito larvas ou juvenis foram fixados em Bouin, em cada amostragem, para avaliação de peso e comprimento dos exemplares, taxa de crescimento específico, coeficiente de variação do peso e do comprimento, ocorrência de canibalismo (conteúdo estomacal), sobrevivência e morfometria de folículos tireoidianos.

O peso e o comprimento total das larvas foram determinados com uma balança analítica, com precisão de 5 casas decimais, e com um paquímetro e um estereomicroscópio. A taxa de crescimento específico foi calculada de acordo com a fórmula: $TCE (\%/dia) = 100 \times [(ln \text{ peso final} - ln \text{ peso inicial})/dias]$. O coeficiente de variação do peso e do comprimento foi obtido a partir da fórmula: $CV = (\text{desvio padrão}/\text{média}) \times 100$ (JOBILING, 1994). O coeficiente de variação, quando multiplicado por cem, corresponde à porcentagem de variação da população. O canibalismo foi avaliado (%) por meio da determinação do conteúdo estomacal de 28 larvas por tratamento, por meio de microcirurgia, com o auxílio de uma lupa com aumento de 4,5 vezes. Foram observadas a presença, ausência e a quantidade do alimento consumido.

A sobrevivência final foi calculada, de acordo com SENHORINI et al. (1998), utilizando-se a fórmula: $S(\%) = (n^\circ \text{ final de juvenis} / n^\circ \text{ inicial}) \times 100$.

2.8. Morfometria dos folículos tireoidianos

A presença e o tamanho dos folículos tireoidianos das larvas e alevinos foram determinados após a preparação do material biológico por meio de técnicas de histologia e imunocitoquímica, que serão descritas a seguir. Após preparação do material, os cortes histológicos foram fotografados com um fotomicroscópio Leica DFC 280, e as análises morfométricas foram feitas com auxílio do programa Leica Q Win V3.

2.8.1. Histologia

As amostras foram fixadas em solução de Bouin e mantidas em álcool 70% até serem processadas para inclusão em parafina. Após inclusão, foram montados os blocos e realizadas secções de 7 μm de espessura, que foram fixadas às lâminas com poli-L-lisina e deixadas por uma noite a 45°C. As secções foram coradas com Hematoxilina-VOF.

2.8.2. Imunocitoquímica

A imunocitoquímica foi realizada por meio de reação para formação do complexo peroxidase-antiperoxidase (PAP), usando anticorpo contra α -T4 (Biotrend, diluição 1:400) que marca a presença do hormônio no folículo (STERNBERGER, 1986). As secções processadas (2 x 15 min. em xilol, 2 x 10 min. em etanol 100, 10 min. em etanol 96, 10 min. em etanol 70, 5 min. em água destilada, 15 min. em H₂O₂, 5 min. em água destilada e 2 x 5 min. em tampão Tris) para incubação em anticorpo primário (diluição 1:25) 18 horas, à temperatura ambiente. Um segundo anticorpo (anti-IgG de rato) foi adicionado, por 1 hora, e o complexo PAP por 45 minutos, ambos à temperatura ambiente. Em seguida, as amostras foram mantidas por 15 minutos em DAB (3,3-diamino-benzidina tetrahidroclorato, Sigma) e desidratadas em série crescente de etanol (etanol 70, 96, 100 e 100, 10 min. cada) e xilol (2 x 10 min.) para montagem das lâminas.

2.9. Análise Estatística

O delineamento utilizado em cada experimento foi um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 3 concentrações de tirosina e 1 testemunha. Cada tratamento foi distribuído em 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey (nível de 5%), com

auxílio do programa estatístico SAS (8.12). Os resultados foram apresentados como médias \pm erro padrão da média.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1

Experimentos estudando o efeito de hormônios tireoidianos na larvicultura de peixes demonstram resultados positivos, com aceleração da metamorfose (INUI et al., 1995; HUANG et al., 1996; de JESUS et al., 1998; SCHREIBER & SPECKER, 1998) e do desenvolvimento larval (TAGAWA & HIRANO, 1991; AYSON & LAM, 1993; LIU et al., 2002) e influência no comportamento de canibalismo (HEY et al., 1996; de JESUS et al., 1998; GAVLIK et al., 2002; URBINATI et al., 2003) e na redução da agressividade (HUTCHISON & IWATA, 1998). Por outro lado, o uso de hormônios na produção animal começa a ser visto de forma restritiva pelos prejuízos que podem causar ao meio ambiente e aos consumidores. Uma alternativa é o uso de precursores dos hormônios, que indiretamente estariam promovendo a síntese dos mesmos nos animais alimentados com o precursor. A tirosina é um aminoácido importante para a síntese dos hormônios tireoidianos, pois contribui para a construção do esqueleto carbônico da molécula das iodotironinas, T₄ e T₃ (BENTLEY, 1998).

Neste experimento, procurou-se desenvolver um protocolo de enriquecimento da *Artemia* com a tirosina, aminoácido de caráter polar, por imersão dos cistos e náuplios em soluções contendo o aminoácido. Por meio da suplementação dos náuplios com tirosina, poder-se-ia estimular a produção dos hormônios tireoidianos nas larvas alimentadas com o alimento vivo. O protocolo foi testado, uma vez que o náuplio de artemia é um filtrador não seletivo (SORGELLOS, 1986), e pelo fato de que durante o processo de desencapsulação os cistos se hidratam, absorvendo água e substâncias que possam atravessar a membrana plasmática. Analisando os resultados do Experimento 1, verifica-se que o enriquecimento por meio da água aumentou em apenas 4-5% os níveis de tirosina nos tratamentos T3 e T4 e em 10,9% no T2 (Tabela 1) de modo que o enriquecimento não atingiu os valores desejados.

O pequeno aumento na concentração de tirosina nos náuplios não foi suficiente para influenciar os parâmetros esperados. O comprimento e peso das larvas

apresentaram aumento gradual com o passar do tempo, como era esperado, sem efeito dos tratamentos. No dia 1, as larvas mais compridas eram as do T1 (Figura 1) e as larvas com maiores pesos (Figura 2) foram encontradas nos T1 e T4. As larvas do T2 tiveram pesos inferiores quando comparadas com os dos demais tratamentos nessa amostragem. Os maiores comprimento e peso, nos T1 e T4, podem ser explicados pela maior ocorrência de canibalismo que ocorreu nesses tratamentos, como mostra a Tabela 6. Entretanto, não houve um padrão na resposta.

A taxa de crescimento específico (Tabela 3) mostrou que o crescimento foi maior entre os dias 1 e 6 (em torno de 20-22% ao dia), em todos os tratamentos, diminuindo gradativamente nos dias 9 e 12, para valores em torno de 10 e 4 %. Essa observação mostra a importância de uma nutrição adequada e a maior exigência das larvas durante os primeiros dias de vida. Já, a taxa de crescimento específico total mostra que não houve diferença significativa entre os tratamentos ao final do experimento.

Os coeficientes de variação do comprimento e do peso são importantes indicadores da homogeneidade do tamanho das larvas, pois indicam a variação do comprimento e do peso das mesmas. O alto coeficiente de variação pode ser devido a um maior canibalismo, a uma deficiência alimentar, onde a competição pelo alimento se torna mais assídua ocasionando em menor produtividade (KESTEMONT et al., 2003).

Em relação ao coeficiente de variação do comprimento (Tabela 4), não foram observadas grandes alterações em relação aos tratamentos, indicando baixa variação do comprimento das larvas entre os tratamentos. Quanto ao coeficiente de variação do peso (Tabela 5), houve uma variação expressiva no dia 6 quando o T4 apresentou valores mais elevados de coeficiente. Na amostragem do dia 12, entretanto, o maior coeficiente foi observado no T2. Esses valores indicam uma variação acentuada do peso e heterogeneidade de tamanho entre as larvas, porém essa variação não foi observada no comprimento. De acordo com BARAS et al. (2002), a heterogeneidade do lote aumenta a taxa de canibalismo, mas isso não significa que não tenham outros fatores envolvidos, como a falta de alimento, estresse, manejo incorreto, etc.

A análise do conteúdo estomacal permite conhecer o comportamento alimentar das larvas, pelo tipo e quantidade de alimento ingerido. Pela análise (Tabela 6), constatou-se a ocorrência de canibalismo (presença de restos de outras larvas no estômago) nos dias 1 e 3, mas não houve diferenças significativas entre os tratamentos em cada dia de amostragem. Esse resultado concorda com LOPES et al. (1995), que relataram ocorrência de canibalismo em matrinxã a partir de 36 horas de vida, mas não explica as diferenças de tamanho evidenciadas pelo coeficiente de variação de peso.

A partir do 1º dia, larvas de todos os tratamentos tinham alimento no trato gastrintestinal, mostrando início de alimentação.

Pela quantidade de *Artemia* encontrada no trato gastrintestinal das larvas, foi possível observar que o aumento do consumo de náuplios estava diretamente relacionado ao crescimento corporal. A partir do 9º dia de vida, em todos os tratamentos, as larvas ingeriram uma quantidade superior a 250 náuplios por indivíduo.

A taxa de sobrevivência não foi afetada pelos tratamentos, mantendo-se em torno de 20-25% (Figura 3). Esse resultado é consequência da inadequação do protocolo utilizado para enriquecimento, visto que todos os tratamentos apresentaram quantidades muito próximas de tirosina. De acordo com a literatura, as taxas de sobrevivência encontradas no presente experimento estão próximas às descritas para a mesma espécie por BERNARDINO et al. (1993), LOPES et al. (1994) de 17%, mas abaixo das descritas por SENHORINI et al. (1998) e por GOMES et al. (2000) de 40 a 70%. LEONARDO (2005) testou o efeito de triiodotironina na sobrevivência de larvas de matrinxã e observou que houve aumento de sobrevivência com o uso de hormônio. As larvas controle (sem hormônio) apresentaram, ao final de 12 dias de criação, sobrevivência de 26,5%, enquanto as larvas provenientes de ovos imersos em triiodotironina apresentaram sobrevivência em torno de 40%.

Nas secções histológicas das larvas (Figuras 7 e 8), foi quantificado o número de folículos tireoideanos (Tabela 7) e mensurados a área (Tabela 8) e o perímetro dos mesmos (Tabela 9). Essas análises permitiram observar se o aminoácido afetou o número e desenvolvimento dos folículos, que é um indicador do aumento da produção hormonal.

Os dados da Tabela 7 indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à quantidade de folículos, que já são observados às 36 horas de vida da larva. Em relação à área dos folículos (Tabela 8), no 1º dia, as larvas dos tratamentos T1 e T4 apresentaram valores superiores aos das larvas dos demais tratamentos. Na coleta do 12º dia, larvas do Tratamento 3 apresentaram maior área em relação aos demais tratamentos.

O perímetro dos folículos tireoidianos (Tabela 9) das larvas do T4, na coleta do 12º dia, foi maior quando comparado ao dos demais tratamentos. Esse fato poderia indicar maior atividade do folículo tireoidiano nesse tratamento, com influência no desenvolvimento e crescimento das larvas, mas isso não foi corroborado pelos resultados relativos ao desenvolvimento das larvas em todos os tratamentos, que seguiram o mesmo padrão. As análises morfométricas, do mesmo modo que os outros parâmetros analisados confirmam a ineficiência do protocolo de enriquecimento de náuplios de *Artemia* com tirosina.

3.1.1. CONCLUSÕES

O protocolo utilizado para enriquecer náuplios de *Artemia* com tirosina não foi eficiente e conseqüentemente não afetou os parâmetros testados no presente experimento (desempenho zootécnico, ocorrência de canibalismo, sobrevivência e ativação da glândula tireóide).

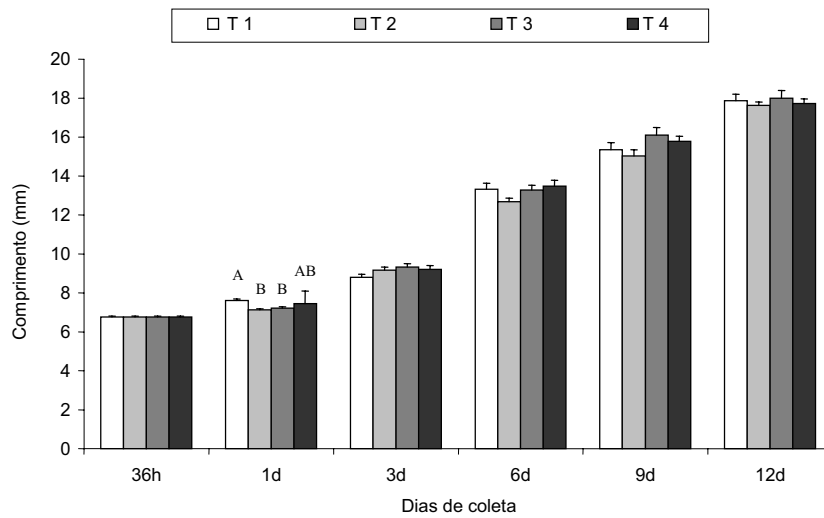


Figura 1. Valores médios (\pm EP) do comprimento corporal (mm) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos à tirosina (Experimento 1). Letras diferentes indicam diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos. T1 - náuplios de *Artemia* não expostos; T2 - expostos com 6,5 mg; T3 - 13 mg; T4 - 26 mg de tirosina/L

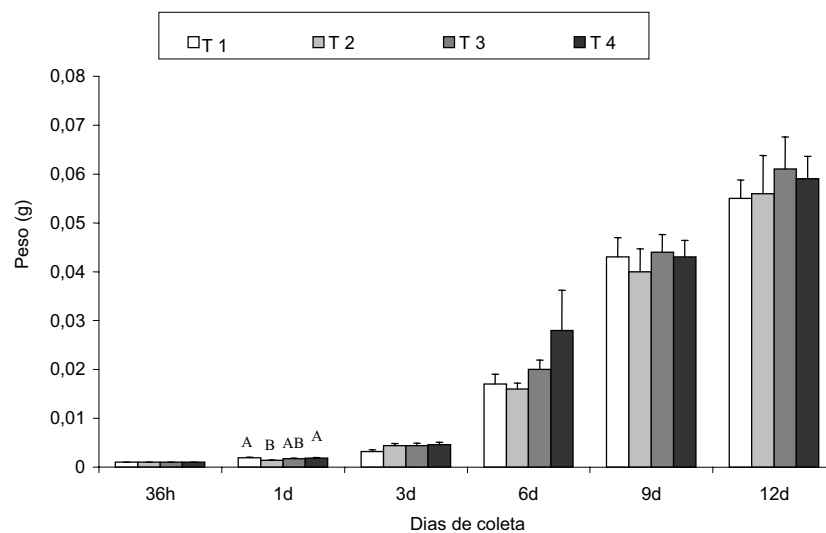


Figura 2. Valores médios (\pm EP) do peso corporal (mg) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos à tirosina (Experimento 1). Letras diferentes indicam diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos. T1 - náuplios de *Artemia* não expostos; T2 - expostos com 6,5 mg; T3 - 13 mg; T4 - 26 mg de tirosina/L

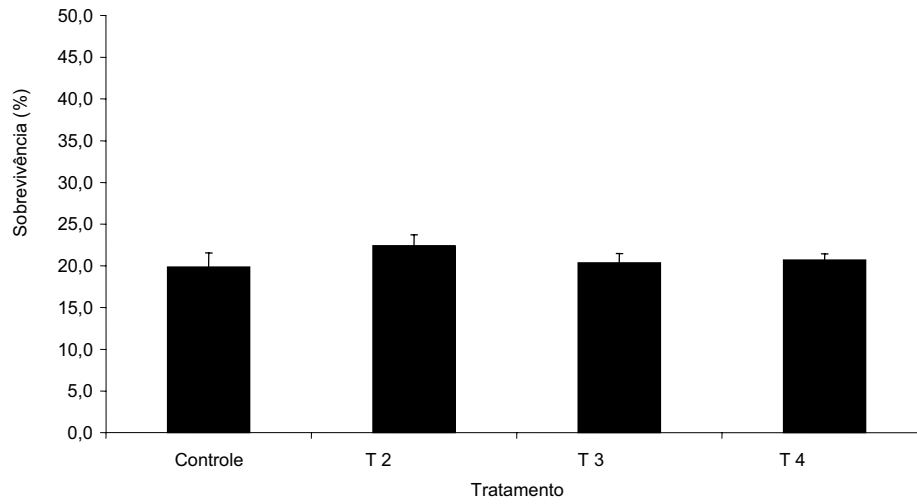


Figura 3. Taxas de sobrevivência (\pm EP) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos à tirosina (Experimento 1). T1 - náuplios de *Artemia* não expostos; T2 - expostos com 6,5 mg; T3 - 13 mg; T4 - 26 mg de tirosina/L

Tabela 3. Taxa de crescimento específico (%/dia) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos à tirosina.

	Dias de coleta					
	1d	3d	6d	9d	12d	total
T 1	27,9	10,9	24,2	13,6	3,4	14,45
T 2	22,36	24,5	19,4	13,1	4,6	14,51
T 3	23,1	20,3	22,1	11,2	4,7	14,83
T 4	26,73	20,4	26,3	6,1	4,5	14,70

T1 - náuplios de *Artemia* não expostos; T2 - expostos com 6,5 mg; T3 - 13 mg; T4 - 26 mg de tirosina/L

Tabela 4. Coeficiente de variação do comprimento (CVc) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos à tirosina.

	Dias de coleta					
	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	4,9	7,4	12,4	13,1	13,9	15,2
T 2	4,9	6,7	12,9	8,2	12,0	12,3
T 3	4,9	5,4	13,6	10,8	14,2	16,9
T 4	4,9	6,4	14,3	12,4	10,0	14,2

T1 - náuplios de *Artemia* não expostos; T2 - expostos com 6,5 mg; T3 - 13 mg; T4 - 26 mg de tirosina/L

Tabela 5. Coeficiente de variação do peso (CVp) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos à tirosina.

	Dias de coleta					
	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	27	40,5	75,0	64,7	53,5	56,4
T 2	27	34,1	66,2	43,8	65,0	150
T 3	27	38,2	72,7	55,0	45,5	91,8
T 4	27	43,5	71,7	57,1	44,2	74,6

T1 - náuplios de *Artemia* não expostos; T2 - expostos com 6,5 mg; T3 - 13 mg; T4 - 26 mg de tirosina/L

Tabela 6 Conteúdo estomacal de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos à tirosina.

Dia de Coleta	Tratamento	Canibalismo (%)		Alimento (%)		Artemia nº
			Ausência	Presença		
36h	T 1	0	0	0	0	0
	T 2	0	0	0	0	0
	T 3	0	0	0	0	0
	T 4	0	0	0	0	0
1d	T 1	21	25	75	25	25
	T 2	16	25	75	24	24
	T 3	13	53	47	25	25
	T 4	21	47	53	26	26
3d	T 1	19	34	46	20	20
	T 2	33	37	63	22	22
	T 3	34	41	59	23	23
	T 4	31	50	50	21	21
6d	T 1	0	8	82	50	50
	T 2	0	8	82	62	62
	T 3	0	0	100	55	55
	T 4	0	0	100	66	66
9d	T 1	0	0	100	193	193
	T 2	0	0	100	>250	>250
	T 3	0	0	100	>250	>250
	T 4	0	0	100	>250	>250
12d	T 1	0	0	100	>250	>250
	T 2	0	0	100	>250	>250
	T 3	0	0	100	>250	>250
	T 4	0	0	100	>250	>250

T1 - náuplios de *Artemia* não expostos; T2 - expostos com 6,5 mg; T3 - 13 mg; T4 - 26 mg de tirosina/L

Tabela 7. Número de folículos tireoidianos de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos à tirosina.

Dias de coleta	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	4,0 ± 0,6	3,0 ± 0,8	4,7 ± 0,6	9,0 ± 3,3	4,5 ± 0,7	12,1 ± 1,5
T 2		5,9 ± 0,9	5,7 ± 0,6	6,8 ± 0,3	4,9 ± 0,5	10,4 ± 0,5
T 3		5,8 ± 0,1	5,7 ± 0,7	7,3 ± 0,4	3,7 ± 0,6	9,5 ± 1,1
T 4		4,1 ± 1,1	4,7 ± 0,8	4,8 ± 1,3	5,4 ± 0,8	13,3 ± 1,1

T1 - náuplios de *Artemia* não expostos; T2 - expostos com 6,5 mg; T3 - 13 mg; T4 - 26 mg de tirosina/L

Tabela 8. Valores da área (± EP) de folículos tireoidianos observados em larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos à tirosina. Letras diferentes indicam diferenças (P<0,05) entre os tratamentos.

Dias de coleta	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	35,169 ± 12,167	37,07 ± 4,87 ^A	66,75 ± 7,59	284,47 ± 74,89	182,40 ± 24,98	298,07 ± 38,86 ^{AB}
T 2		34,63 ± 3,78 ^B	58,72 ± 8,27	245,18 ± 52,02	185,58 ± 21,51	281,15 ± 21,19 ^B
T 3		35,22 ± 4,74 ^B	65,46 ± 7,58	251,35 ± 45,06	206,89 ± 19,96	383,95 ± 39,58 ^A
T 4		37,32 ± 5,54 ^A	65,47 ± 7,42	179,77 ± 36,19	220,99 ± 27,52	303,35 ± 30,05 ^{AB}

T1 - náuplios de *Artemia* não expostos; T2 - expostos com 6,5 mg; T3 - 13 mg; T4 - 26 mg de tirosina/L

Tabela 9. Valores do perímetro (± EP) de folículos tireoidianos observados em larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos à tirosina. Letras diferentes indicam diferenças (P<0,05) entre os tratamentos.

Dias de coleta	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	21,11 ± 1,57	24,78 ± 1,59	32,70 ± 2,14	74,07 ± 1258	55,33 ± 4,18	60,07 ± 5,15 ^B
T 2		23,18 ± 1,29	32,04 ± 2,58	65,00 ± 8,26	57,00 ± 4,07	69,99 ± 2,79 ^B
T 3		24,18 ± 1,82	32,56 ± 2,27	65,00 ± 7,20	58,85 ± 3,28	88,97 ± 5,53 ^A
T 4		24,50 ± 1,86	33,57 ± 2,57	55,79 ± 5,11	61,90 ± 4,35	72,58 ± 3,55 ^B

T1 - náuplios de *Artemia* não expostos; T2 - expostos com 6,5 mg; T3 - 13 mg; T4 - 26 mg de tirosina/L.

3.2. Experimento 2

No Experimento 2, foi utilizado um protocolo de enriquecimento de ração com tirosina para verificar o efeito do aminoácido sobre a larvicultura do matrinxã, considerando seu papel de precursor de hormônios tireoidianos.

A análise de aminoácidos da ração mostrou que houve um aumento da concentração de tirosina de 1,65; 2,83 e 5,14 vezes o valor da ração original, obtendo-se concentrações finais de 1,9 g de tirosina/100 g, na ração controle comercial (T1), 3,14 g de tirosina/100 g na ração enriquecida com 3 g (T2), 5,39 g de tirosina/100 g na ração enriquecida com 6 g (T3) e 9,79 g de tirosina /100 g na ração enriquecida com 12 g (T4) (Tabela 2).

A utilização do enriquecimento da ração com aminoácidos visa aumentar, de forma indireta, a produção de tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3) pela glândula tireóide. Muitos trabalhos mostram os efeitos positivos da utilização desses hormônios no desenvolvimento inicial, metamorfose e a sobrevivência larval dos peixes (BROWN & BERN, 1989; LAM, 1994; HEY et al., 1996; HUANG et al., 1996; de JESUS et al., 1998; SCHREIBER & SPECKER, 1998; GEYTEN et al., 2001; LIU & CHAN, 2002). Em espécies tropicais, como *Brycon cephalus*, *Brycon orbignyanus*, *Pseudoplastistoma coruscans* e *Salminus maxillosus* já foi registrada a influência positiva da triiodotironina no crescimento, maturação de tecidos e sobrevivência (LANDINES, 2003; URBINATI et al., 2003; VASQUES, 2003; LEONARDO, 2005).

Neste experimento, o crescimento das larvas foi afetado pela presença da tirosina nos tratamentos T2 (3,14 g tirosina/100 g) e T3 (5,39 g tirosina/100 g) nas amostragens dos dias 9 e 12 de criação (Figura 4). No dia 9, as larvas dos dois tratamentos apresentaram comprimento maior. Já no dia 12, apenas em T3 as larvas tinham maior comprimento. O peso das larvas (Figura 5) apresentou perfil similar ao do comprimento. Foi observado o maior peso das larvas em T2 e T3. No 12º dia, as larvas do T3 tinham peso superior em relação ao tratamento controle. Resultado similar foi encontrado por MACKENZIE et al. (1993), que observou maior crescimento de larvas alimentadas com ração enriquecida com triiodotironina. WOO et al. (1991) alimentaram

Pagellus bogaraveo com péletes de ração enriquecidos com 3,5,3'-triiodo-L-tironina e observaram aumento na taxa de crescimento e melhora no apetite e na conversão alimentar. O crescimento também foi estimulado em larvas de *Brycon cephalus* e *Brycon orbignyanus* provenientes de ovos imersos em soluções de triiodotironina (LANDINES, 2003; LEONARDO, 2005). A alimentação de *Paralichthys olivaceus* com *Artemia* enriquecida com tirosina estimulou o desenvolvimento inicial da espécie (HERFINDAL et al., 1999). Verifica-se assim, que o enriquecimento da ração com a tirosina promoveu efeitos similares aos verificados com o uso da triiodotironina, em outros estudos, sugerindo que a utilização do aminoácido pela glândula tireóide para a síntese de hormônios tireoidianos nas larvas.

A taxa de crescimento específico (Tabela 10), calculada ao final do experimento, indica a maior taxa de crescimento nas larvas do T3, resultado que corrobora os verificados para comprimento e peso.

O coeficiente de variação do comprimento das larvas (Tabela 11) não se alterou significativamente entre tratamentos, ao longo do experimento, sugerindo homogeneidade no crescimento das larvas em comprimento dentro dos tratamentos. Em relação ao coeficiente de variação do peso (Tabela 12), foi observada uma maior variação em T1 e T2, na amostragem do 6º dia, e em T1 e T4 na amostragem do 9º dia. Na amostragem do 12º dia, as larvas do Tratamento 3 apresentaram o menor coeficiente de variação do peso. Em T3 verificou-se uma tendência a maior homogeneidade em relação ao peso e ao comprimento das larvas em relação aos outros tratamentos, resultado desejado na larvicultura de matrinxã, pois, de acordo com KESTEMONT et al. (2003), o crescimento heterogêneo das larvas é o principal problema na larvicultura de espécies predadoras.

A ocorrência de canibalismo foi verificada pela análise do conteúdo estomacal das larvas (presença de restos de outras larvas no estômago), como mostra a Tabela 13. Verifica-se incidência mais alta de canibalismo nas larvas coletadas nos dias 1 e 3, em todos os tratamentos. Estes achados concordam com os de LOPES et al. (1995), que registraram ocorrência de canibalismo em larvas de matrinxã a partir de 36 horas de vida. No 3º dia, registrou-se incidência de canibalismo maior em T2 apresentou que

nos outros tratamentos, mas não suficiente para alterar a sobrevivência final das larvas, de forma significativa.

No 6º dia foi observada ocorrência de canibalismo apenas no T1, indicando que nos tratamentos com tirosina o comportamento predador desapareceu mais precocemente. A redução da agressividade em salmão foi relatada por HUTCHISON & IWATA (1998). Segundo esses autores, uma elevação de hormônios tireoidianos acontece quando juvenis de salmão, com hábito territorialista, perdem a agressividade e formam cardumes para migrar para o mar. Resultado divergente foi descrito por HEY et al. (1996) que encontraram aumento de canibalismo em *Stizostedion vitreum* após tratamento das larvas com hormônio tireoidiano.

Os resultados do presente experimento, mostrando sobrevivência larval aumentada, corroboram outros experimentos com uso de hormônios tireoidianos. Segundo STICKNEY et al. (1999), a adição de hormônios tireoidianos na água de cultivo, por um período de 30 dias, aumentou a sobrevivência em *Hipoglossus stenolepis*. A sobrevivência de larvas de matrinxã foi significativamente mais alta quando as fêmeas receberam triiodotironina antes da desova (URBINATI et al., 2003). Esses estudos reforçam que o enriquecimento da ração com tirosina é uma forma indireta para se obter os efeitos da triiodotironina.

A presença de alimentos no estômago das larvas, inclusive de ração, foi observada em todos os tratamentos a partir da coleta do 1º dia, mesmo que em pequenas quantidades, indicando que a alimentação oferecida foi adequada. Na prática, existe a informação de que as larvas de matrinxã não aceitam ração nessa fase da vida, mas neste experimento, foi observada a presença de ração em algumas larvas. CURNOW et al. (2006), estudando *Lates calcarifer* verificaram a importância de uma correta alimentação, e concluíram que larvas mal nutridas apresentavam canibalismo intenso.

Em relação à quantidade de *Artemia* ingerida, houve relação direta entre o aumento do consumo e o aumento do tamanho das larvas.

De acordo com a Figura 6, observa-se maior sobrevivência das larvas em T3 em comparação com os demais tratamentos e uma menor sobrevivência no T4. A

sobrevivência das larvas no tratamento T3 foi aproximadamente 20% superior em relação ao tratamento controle, mostrando um excelente resultado para a larvicultura da espécie. A produção de larvas de matrinxã é um grande desafio para o sucesso de sua criação devido à alta taxa de canibalismo que a espécie apresenta. De acordo com SENHORINI et al. (1998), a solução para o problema do alto canibalismo nessa espécie seria a utilização de larvas forrageiras nas incubadoras como fonte de alimento. Os resultados obtidos nesse experimento (de 30-44%) são superiores aos obtidos no Experimento 1, dessa Dissertação (20-25%). Mesmo os valores obtidos no grupo de larvas controle podem ser considerados bons (37%) comparando-se com os descritos na literatura para a mesma espécie, ou seja, de 17% (BERNARDINO et al., 1993; LOPES et al., 1994), de 26% (LEONARDO, 2005) e de 40 a 70% (SENHORINI et al., 1998; GOMES et al., 2000). Pois os mesmos autores utilizaram uma densidade em torno de 120, 30 e 70 larvas por m². Já no presente trabalho os resultados sugerem a possibilidade da utilização de 16.000 larvas por m³, resultando numa sobrevivência de até 34 % ocasionando numa produtividade superior aos descritos pelos autores acima, permitindo que a criação de larvas de matrinxã em tanques seja realizada de forma mais intensiva, potencializando o sistema produtivo. Comparando-se os grupos controle dos Experimentos 1 e 2, deste capítulo, o que os diferencia é que no Experimento 2, que apresentou valor mais alto de sobrevivência, a alimentação fornecida às larvas foi uma combinação de alimento natural com ração enriquecida com tirosina desde o primeiro dia de criação, sugerindo uma influência positiva desse manejo alimentar. A oferta de náuplios de *Artemia* juntamente com a ração com tirosina suplementar mostrou bons resultados de sobrevivência (44%). Este método pode ser também, mais uma alternativa na larvicultura de matrinxã, ao invés da utilização de larvas de espécies forrageiras, sendo assim mais uma opção para o produtor. O uso de triiodotironina na hidratação de ovos fertilizados de matrinxã aumentou a sobrevivência larval para 40%, de acordo com estudo de LEONARDO (2005).

Em relação à análise morfométrica das secções histológicas das larvas (Figuras 7 e 8), observou-se que o número de folículos tireoidianos das larvas do tratamento T3 (Tabela 14) foi menor no 3º dia de amostragem, mas com o passar dos

dias, se torna igual ao dos demais tratamentos. Em relação aos valores de área e perímetro (Tabelas 15 e 16) dos folículos, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos durante todas as coletas. Os resultados não indicam alteração da atividade da glândula tireóide apesar das respostas verificadas nos outros parâmetros analisados.

3.2.1. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que o enriquecimento da ração com 5,39 g de tirosina/100 g ração (2,83 vezes a quantidade presente na ração comercial controle) promoveu os melhores resultados, pois as larvas apresentaram um maior crescimento em comprimento e peso, redução de canibalismo e sobrevivência larval superior às observadas nos demais tratamentos.

A tirosina pode ser usada como precursor dos hormônios tireoidianos, estimulando a produção hormonal e causando, de forma indireta, os mesmos benefícios do seu uso.

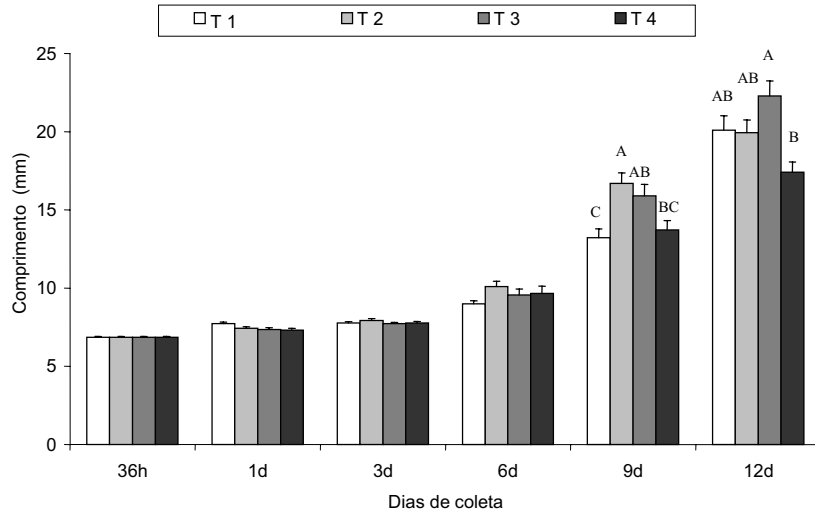


Figura 4. Valores médios (\pm EP) do comprimento corporal (mm) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas ração enriquecida com tirosina (Experimento 2). Letras diferentes indicam diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos. T1 - ração comercial - RC (Controle); T2 - RC enriquecida com 1,5; T3 - RC enriquecida com 4,5 e T4 - RC enriquecida com 10,5 g de tirosina/ 100g ração.

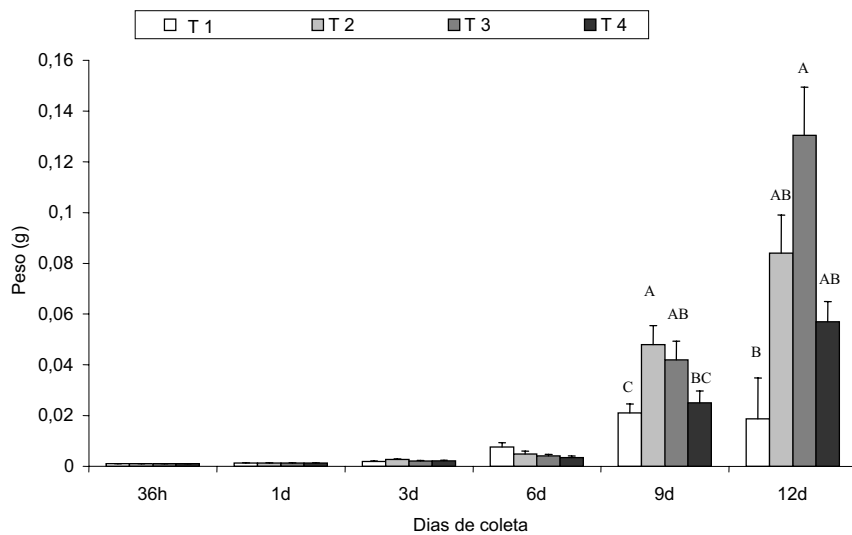


Figura 5. Valores médios (\pm EP) do peso corporal (mg) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com ração enriquecida com tirosina (Experimento 2). Letras diferentes indicam diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos. T1 - ração comercial - RC (Controle); T2 - RC enriquecida com 1,5; T3 - RC enriquecida com 4,5 e T4 - RC enriquecida com 10,5 g de tirosina/ 100g ração.

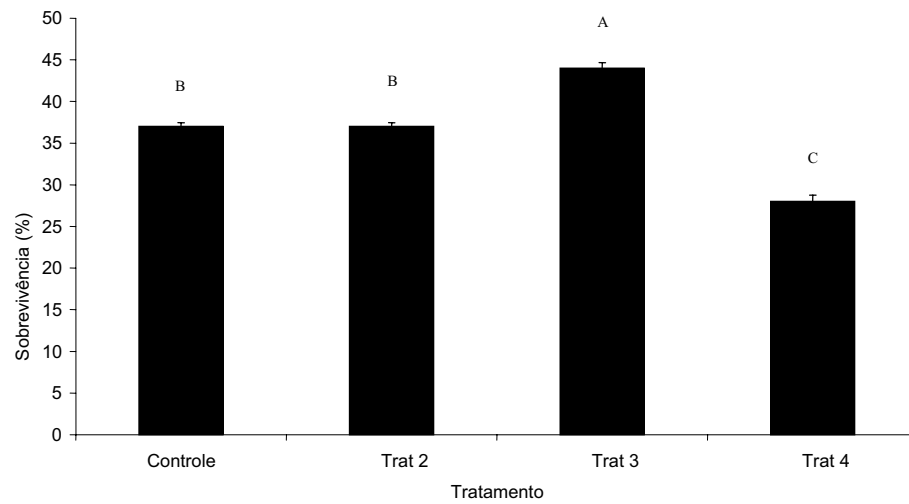


Figura 6. Taxas de sobrevivência (\pm EP) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com ração enriquecida com tirosina (Experimento 2). Letras diferentes indicam diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos. T1 - ração comercial - RC (Controle); T2 - RC enriquecida com 1,5; T3 - RC enriquecida com 4,5 e T4 - RC enriquecida com 10,5 g de tirosina/ 100g ração.

Tabela 10. Taxa de crescimento específico (%/dia) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com ração enriquecida com tirosina.

	1d	12d
T 1	12,71	15,15
T 2	12,71	14,98
T 3	12,71	24,18
T 4	12,71	13,61

T1 - ração comercial - RC (Controle); T2 - RC enriquecida com 1,5; T3 - RC enriquecida com 4,5 e T4 - RC enriquecida com 10,5 g de tirosina/ 100g ração.

Tabela 11. Coeficiente de variação do comprimento (CVc) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com ração enriquecida com tirosina.

	Dias de coleta					
	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	7,0	5,6	5,8	28,5	23,1	17,4
T 2	7,0	4,4	9,1	16,8	18,5	16,2
T 3	7,0	6,3	6,3	21,1	20,1	14,1
T 4	7,0	6,8	7,7	20,4	24,1	20,3

T1 - ração comercial - RC (Controle); T2 - RC enriquecida com 1,5; T3 - RC enriquecida com 4,5 e T4 - RC enriquecida com 10,5 g de tirosina/ 100g ração.

Tabela 12. Coeficiente de variação do peso (CVp) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com ração enriquecida com tirosina.

	Dias de coleta					
	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	20,0	36,2	45,9	93,5	90,5	71,3
T 2	20,0	34,6	48,1	104,2	68,8	73,3
T 3	20,0	35,4	47,6	63,4	76,2	49,1
T 4	20,0	36,9	50,0	65,7	100,0	74,0

T1 - ração comercial - RC (Controle); T2 - RC enriquecida com 1,5; T3 - RC enriquecida com 4,5 e T4 - RC enriquecida com 10,5 g de tirosina/ 100g ração.

Tabela 13. Conteúdo estomacal de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com ração enriquecida com tirosina.

Dia de Coleta	Tratamento	Canibalismo (%)	Alimento (%)		Artemia nº	Ração (%)
			Ausência	Presença		
36h	T 1	0	0	0	0	0
	T 2	0	0	0	0	0
	T 3	0	0	0	0	0
	T 4	0	0	0	0	0
1d	T 1	25	12	88	17	18
	T 2	25	12	88	19	13
	T 3	25	12	88	23	10
	T 4	25	12	88	18	21
3d	T 1	13 ^B	13 ^A	73	20	30
	T 2	25 ^A	13 ^A	73	22	30
	T 3	13 ^B	0 ^B	100	23	40
	T 4	13 ^B	0 ^B	100	21	44
6d	T 1	13	0	100	54	100
	T 2	0	0	100	49	100
	T 3	0	0	100	39	100
	T 4	0	0	100	44	100
9d	T 1	0	0	100	114	100
	T 2	0	0	100	102	100
	T 3	0	0	100	124	100
	T 4	0	0	100	103	100
12d	T 1	0	0	100	>250	100
	T 2	0	0	100	>250	100
	T 3	0	0	100	>250	100
	T 4	0	0	100	>250	100

T1 - ração comercial - RC (Controle); T2 - RC enriquecida com 1,5; T3 - RC enriquecida com 4,5 e T4 - RC enriquecida com 10,5 g de tirosina/ 100g ração.

Tabela 14. Número de folículos tireoidianos (\pm EP) observados em larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com ração enriquecida com tirosina.

Dias de coleta	36h	1d	3d	6d	9d	12d
	n°					
T 1	4,3 \pm 1,3	6,7 \pm 0,8	5,3 \pm 0,3 ^A	4,3 \pm 0,2	6,0 \pm 1,7	12,6 \pm 1,8
T 2		5,6 \pm 0,6	6,3 \pm 0,2 ^A	3,5 \pm 0,5	6,4 \pm 0,4	14,6 \pm 2,9
T 3		0	2,0 \pm 0,3 ^B	3,3 \pm 0,1	3,8 \pm 0,9	17,6 \pm 2,0
T 4		0	4,6 \pm 0,3 ^A	4,9 \pm 0,3	5,0 \pm 1,1	20,2 \pm 2,3

T1 - ração comercial - RC (Controle); T2 - RC enriquecida com 1,5; T3 - RC enriquecida com 4,5 e T4 - RC enriquecida com 10,5 g de tirosina/ 100g ração.

Letras diferentes indicam diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

Tabela 15. Valores da área (\pm EP) de folículos tireoidianos observados em larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com ração enriquecida com tirosina.

Dias de coleta	36h	1d	3d	6d	9d	12d
	Área (μm^2)					
T 1	14,800 \pm 4,3	58,0 \pm 15,4	39,2 \pm 9,9	72,32 \pm 11,35	121,89 \pm 23,48	188,44 \pm 23,62
T 2		54,6 \pm 61,1	42,7 \pm 10,7	93,08 \pm 35,64	132,45 \pm 20,93	175,32 \pm 17,10
T 3		26,5 \pm 25,0	22,5 \pm 10,1	100,34 \pm 25,10	124,53 \pm 27,22	179,14 \pm 18,65
T 4			39,0 \pm 8,4	51,08 \pm 17,14	100,97 \pm 19,29	168,03 \pm 28,41

T1 - ração comercial - RC (Controle); T2 - RC enriquecida com 1,5; T3 - RC enriquecida com 4,5 e T4 - RC enriquecida com 10,5 g de tirosina/ 100g ração.

Tabela 16. Valores do perímetro (\pm EP) de folículos tireoidianos observados em larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com ração enriquecida com tirosina.

Dias de coleta	36h	1d	3d	6d	9d	12d
	Perímetro (μm)					
T 1	13,7 \pm 2,62	17,75 \pm 3,76	16,89 \pm 3,91	16,74 \pm 2,06	35,59 \pm 2,60	45,79 \pm 4,58
T 2		15,76 \pm 3,18	19,27 \pm 5,08	18,88 \pm 6,21	39,37 \pm 5,10	49,27 \pm 2,88
T 3		11,75 \pm 2,95	17,84 \pm 3,0	19,86 \pm 4,41	32,83 \pm 4,96	48,11 \pm 3,01
T 4			12,85 \pm 2,46	23,27 \pm 20,01	30,81 \pm 6,05	48,80 \pm 5,22

T1 - ração comercial - RC (Controle); T2 - RC enriquecida com 1,5; T3 - RC enriquecida com 4,5 e T4 - RC enriquecida com 10,5 g de tirosina/ 100g ração.

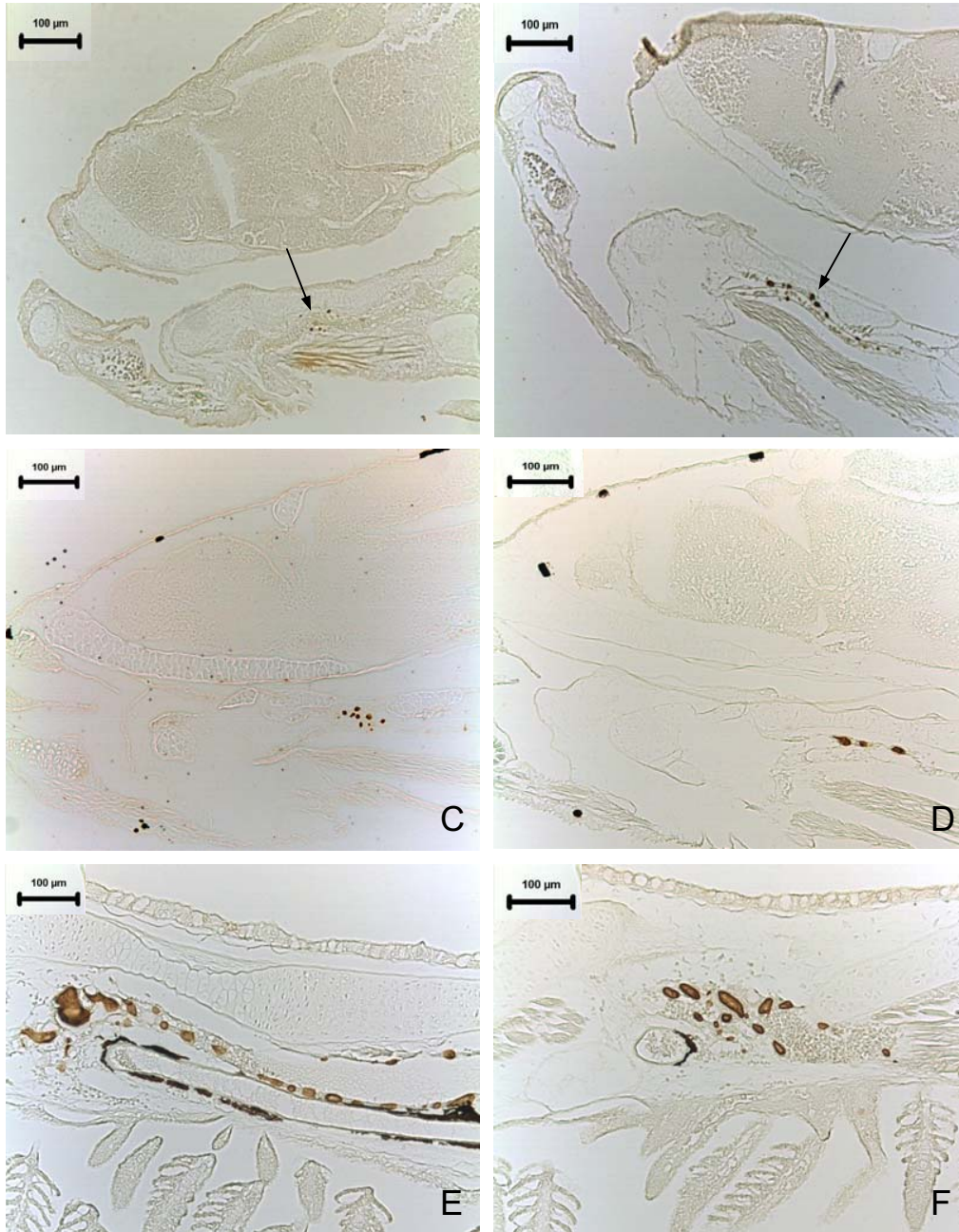


Figura 7. Fotomicrografia de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*), evidenciando os folículos tireoidianos. Coloração anticorpo α T4 . A) 36 HPE, B) 1 dia, C) 3 dias, D) 6 dia, E e F) 12 dias.

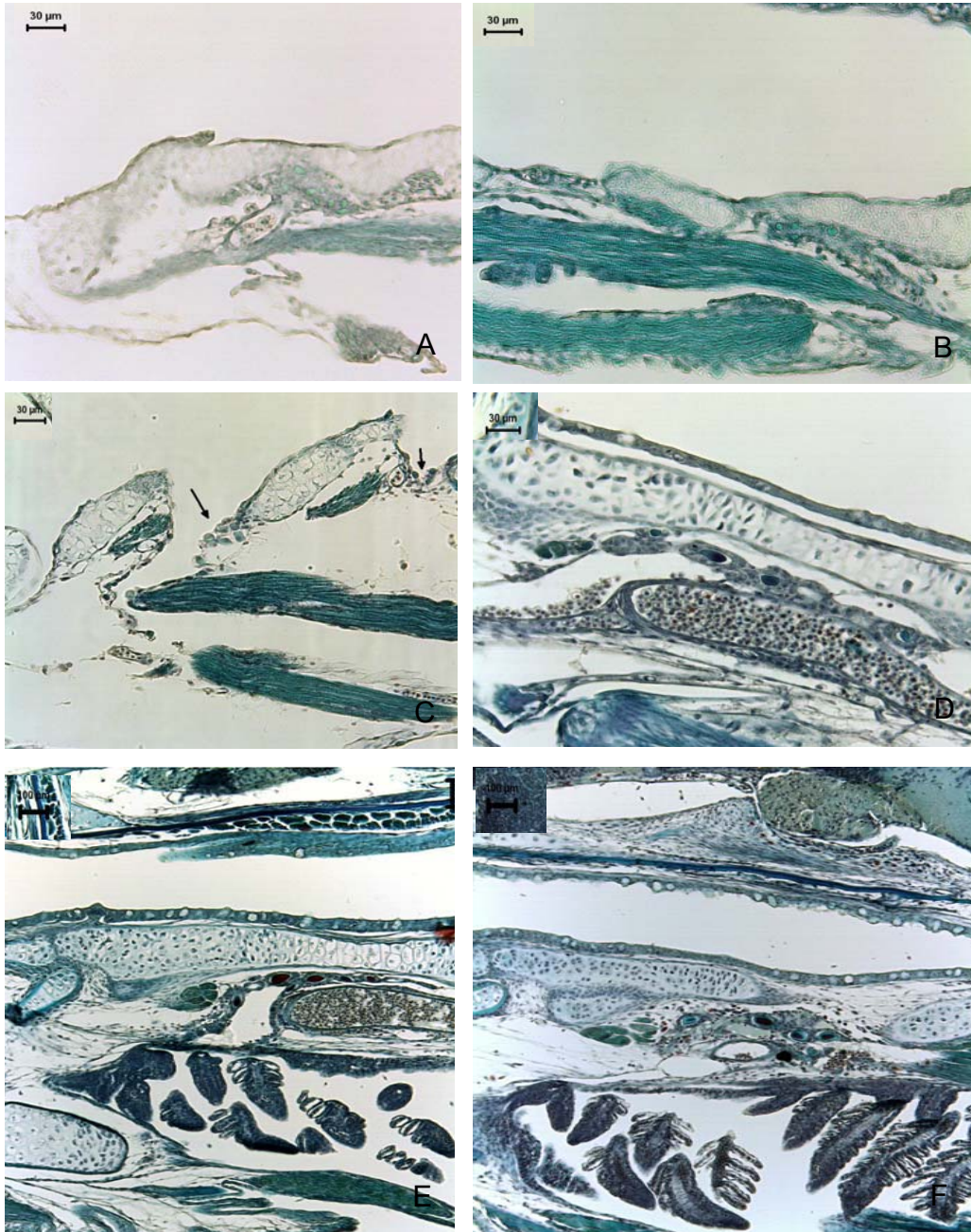


Figura 8. Fotomicrografia de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*), evidenciando os folículos tireoidianos. Coloração Hematoxilina-VOF. A) 36 HPE, B) 1 dia, C) 3 dias, D) 6 dia, E) 9 dias e F) 12 dias.

4. REFERÊNCIAS

ARAI, S. A. Purified test diet for coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, fry. **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.**, v.47, p.547-550, 1981.

AYSON, F.G.; LAM, T.J. Thyroxin injection of female rabbitfish (*Siganus guttatus*) broodstock: changes in thyroid hormone levels in plasma, eggs and yolk-sac larvae, and its effects on larval growth and survival. **Aquaculture**, v.109, p. 83-93, 1993

BARAS, E.; MPONTCHA, A.; DRIOUCH, H.; PRIGNON, C.; MÉLARD, C. Ontogenic variations of thermal optimum for growth, and its implication on thermolabile sex determination in blue tilapia. **J. Fish Biol.**, v.61, p.645-660, 2002.

BENTLEY, P. J. **Comparative Vertebrate Endocrinology**. Cambridge: University Press, 1998, p.546.

BERNARDINO, G.; SENHORINI, J.A.; FONTES, N.A.; BOCK, C.L.; MENDONÇA, J.O.J. Propagação artificial do matrinchã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869), (Teleostei, Characidae). **B. Tec. CEPTA**, v.6, p.1-9, 1993.

BOYD, C.E. **Water quality in warm water fish pond**. Alabama: Auburn University. 482p. 1990.

BRÄNNÄS, E.; LINNÉR, J.; ERIKSSON, O. Aggression and growth as an effect of size composition in groups of arctic charr. **J. Fish Biol.**, v.60, p.1331-1334, 2002.

BROWN, C.L.; BERN, H.A. Hormones in early development with special reference to teleost fishes. In: M.P. Schreibman and C. S. Scanes (Editors). **Hormones in Development, Maturation, and Senescence of Neuroendocrine Systems. A Comparative Approach**. Academic Press, New York, p. 289-306, 1989.

CURNOW, J.; KING, J.; PARTRIDGE, G.; KOLKOVSKI S. Effects of two commercial microdiets on growth and survival of barramundi (*Lates calcarifer* Bloch) larvae within various early weaning protocols. **Aquac. Nutr.**, v.12, p.247–255, 2006.

DE JESUS, E.G.; TOLEDO, J.D.; SIMPAS, M.S. Thyroid hormones promote early metamorphosis in grouper (*Epinephelus coioides*) larvae. **Gen. Comp. Endocrinol.**, v.112, p.10-16, 1998.

DELGADO, J.B.O.; RUANE, N.M.; POUSÃO-FERREIRA, P.; DINIS, M.T.; SARASQUETE, C. Thyroid gland development in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup, 1858) during early life stages: A histochemical and immunohistochemical approach. **Aquaculture**, v.260, p.346–356, 2006.

DOMINGUEZ. R.P.; HOLT. G.J. Interrenal and thyroid development in red drum (*Sciaenops ocellatus*): Effects of nursery environment on larval growth and cortisol concentration during settlement. **Gen. Comp. Endocrinol.**, v.146, p.108–118, 2006.

EALLES, J. G.; HIMICK, B.A. The effects of TRH on plasma thyroid hormone levels of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and arctic charr (*Salvelinus alpinus*). **Gen. Comp. Endocrinol.**, v.72, p.333-339, 1988.

FOLKVORD, A.; OTTERA, H. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). **Aquaculture**, v.114, p.243-260, 1993.

GAVLIK, S.; ALBINO, M.; SPECKER, J.L. Metamorphosis in summer flounder: manipulation of thyroid status to synchronize settling behavior, growth, and development. **Aquaculture**, v.203, p.359-373, 2002.

GEYTEN, S. V. D.; TOGUYENI, A.; BAROILLER, J. F.; FAUCONNEAU, B.; FOSTER, R. A.; SANDERS, J. P.; VISSER, T. J.; KU, H. E.; DARRAS, V.E. Hypothyroidism induces type I iodothyronine deiodinase expression in tilapia liver. **Gen. Comp. Endocrinol.**, v.124, p. 333–342, 2001.

GOMES, L.C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINI, J.A. Effects of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v.183, p.73-81, 2000.

GOULDING, M. **Ecologia da pesca do rio Madeira**. Manaus: INPA, 1979. 172p.

GREAVES, K.; TUENE, S. The form and context of aggressive behaviour in farmed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). **Aquaculture**, v.193, p.139-147, 2001.

GUEVARA, M.J.P. **Enriquecimento de zooplâncton com óleo de peixe na larvicultura de pacu *Piaractus mesopotamicus* e curimatá *Prochilodus lineatus***. 2003. 106f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

HERFINDAL, L., TANAKA, M. & RØNNESTAD, I. Effect of feeding Artemia enriched with free phenylalanine and tyrosine to larval Japanese flounder. In **International Conference 'Aquaculture Europe '99'** (Laird, L. & Reinertsen, H., eds). European Aquaculture Society, Special Publication n. 27. 1999.

HETCH, T.; PIENAAR, A.G. Cannibalism: the hidden mortality in larviculture. In **Larvi'91- Fish & Crustacean Larviculture Symposium**. European Aquaculture Society Special Publication v.15, p.277, 1991.

HEY, J.; FARRAR, E.; BRISTOW, B.T.; STETTNER, C.; SUMMERFELT, R.C. Thyroid hormones and their influences on larval performance and incidence of cannibalism in walleye *Stizostedion vitreum*. **J. World Aquac. Soc.**, v.27, p.80-90, 1996.

HUANG, L.; JENNIFER, L. S.; BENGTSON, D. A. Effect of triiodothyronine on the growth and survival of larval striped bass (*Morone saxatilis*). **Fish Physiol. Biochem.**, v.15, p.57-64, 1996.

HUTCHISON, M. J.; IWATA, M. Effect of thyroxin on the decrease of aggressive behavior of four salmonids during the parr-smolt transformation. **Aquaculture**, v.168, p.169-175, 1998.

INUI, Y.; YAMANO, K.; MIWA, S. The role of thyroid hormone in tissue development in metamorphosing flounder. **Aquaculture**, v.135, p.87-98, 1995.

JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman e Hall, 294p. 1994.

JOMORI, K.R. **Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de larvicultura em laboratório**. 69f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal, 2001.

KESTEMONT, P.; JOURDAN, S.; HOUBART, M.; MÉLARD, C.; PASPATIS, M.; FONTAINE, P.; CUVIER-PERES, A.; KENTOURI, M.; BARAS, E. Size heterogeneity, cannibalism and competition in culture predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. **Aquaculture**, v. 227, p. 333-356, 2003.

KOOPMANS, M. Produção animal industrial – a próxima crise global de saúde? Human Health Summary Portugal, 2004. Disponível em: <http://www.spa-international.org>. Acesso em: 27 Jan. 2007.

LAM, T. J. Hormones and egg/larval quality in fish. **J. World Aquac. Soc.**, v.25, p.2-12, 1994.

LANDINES, M. A. **Efeito da triiodotironina (T₃) no desenvolvimento embrionário e no desempenho das larvas de pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e dourado (*Salminus maxillosus*)**. 146f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. **Manual on the production and use of live food for aquaculture**. FAO Fisheries Technical Paper, No. 361, FAO, Rome, 265 p. 1996.

LEONARDO, A.F.G. **Ação da triiodotironina na larvicultura da piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e matrinxã (*Brycon cephalus*)**. 82f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

LIU, Y.W.; CHAN, W.K. Thyroid hormones are important for embryonic to larval transitory phase in zebrafish. **Differentiation**, v.70, p.36-45, 2002.

LOPES, R.N.M., SENHORINI, J.A., SOARES, M.C.F. Crescimento e sobrevivência de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* Günther, 1869, (Pisces, Characidae) sob diferentes dietas alimentares. **B. Tec. CEPTA**, v. 7, p. 25-40, 1994.

LOPES, R.N.M.; FREIRE, R.A.B.; VICENSOTTO, J.R.M.; SENHORINI, J.A. Desenvolvimento embrionário e larval do matrinxã *Brycon cephalus* Gunther, 1869, (Pisces, Characidae). **B. Tec. CEPTA**, v.8, p.25-39, 1995.

LUZ, R. K. **Aspectos da larvicultura do trairão *Hoplias lacerdae*: manejo alimentar, densidade de estocagem e teste de exposição ao ar.** 120f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

MACKENZIE, D.S.; MOON, H.Y.; GATLIN III, D.M.; PEREZ, L.R. Dietary effects on thyroid hormones in the red drum, *Sciaenops ocellatus*. **Fish Physiol. Biochem.**, v.11, p.329-335, 1993.

OGATA, H.; ARAI, S.; NOSE, T. Growth responses of cherry salmon *Oncorhynchus masou* and amago salmon *O. Rhodurus* fry fed purified casein diets supplemented with aminoacids. **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.** v.49, p.1381-1385, 1983

RAINE, J.C.; STRELIVE, U.; LEATHERLAND, J.F. The thyroid tissue of juvenile *Oncorhynchus mykiss* is tubular, not follicular. **J. Fish Biol.**, v.67, p.823–833, 2005.

SCHREIBER, A.M.; SPECKER, A. Metamorphosis in the summer flounder (*Paralichthylus dentatus*): stage specific developmental response to altered thyroid status. **Gen. Comp. Endocrinol.** v.111, p.156 -166, 1998.

SENHORINI, J.A.; MANTELATTO, F.L.M.; CASANOVA, S.M.C. Growth and survival of larvae of Amazon species “matrinxã”, *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae) in larviculture ponds. **B. Tec. CEPTA**, v.11, p.13-28, 1998.

SMITH, C.; REAY, P. Cannibalism in teleost fishes. **Rev. Biol. Fish.**, v.1, p.41-64, 1991.

SOLBAKKEN, J.S.; BERNTSSEN, M.H.G.; NORBERG, B.; PITTMAN, K.; HAMRE, K. Different iodine and thyroid hormone levels between Atlantic halibut larvae fed wild

zooplankton or *Artemia* form first exogenous feeding until post metamorphosis. **J. Fish Biol.**, v.60, p.1-17. 2002.

SORGELOOS, P.; LAVENS, P.; LEGER, P.; TACKAERT, W.; VERSICHELE, D. Manual para el cultivo y uso de artêmia en acuicultura – Programa gubernamental – FAO – Itália. 1986.

SPIX, J. B. VON; AGASSIZ, L. Selecta genera et species piscium quos in itinere per Brasiliam annos MDCCCXVII-MDCCCXX jussu et auspiciis Maximiliani Josephi I... colleget et pingendo curavit Dr J. B. de Spix.... Monachii. Selecta Piscium Brasiliam Part 1: i-xvi + i-ii + 1-82, p.1-48. 1829-31

STERNBERGER, L.A. In: **Immunocytochemistry**, p.346. 3rd Ed. New York: Wiley. 1986.

STICKNEY, R.R.; LIU, H.W. Maintenance of broodstock, spawning, and early larval rearing of Pacific halibut, *Hippoglossus stenolepis*. **Aquaculture**, v.176, p.75-86, 1999.

TAGAWA, M.; HIRANO, T. Effects of thyroid hormone deficiency in eggs on the early development of the medaka, *Oryzias latipes*. **J. Exp. Zool.**, v.257, p.360-366, 1991.

TESSER, M.B.; CARNEIRO, D.J; PORTELLA, M.C. Co-feeding of pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (1887), larvae with *Artemia naupili* and a microencapsulated diet. **J. Appl. Aquac.**, v.(2), p.47-59, 2005.

URBINATI, E. C.; SOARES, M. F.; SENHORINI, J. A. Preliminary study of the effect of maternal triiodothyronine on early development of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae). **J. Aquac. Trop.**, v.18, p.217-224, 2003.

VASQUES, L.H. **Participação do hormônio triiodotironina (T_3) no desenvolvimento inicial do matrinxã *Brycon cephalus***. 146f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

WOO, N.Y.S.; CHUNG, A.S.B.; NG, T.B. Influence of oral administration of 3,5,3'-triiodo-L-thyronine on growth, digestion, food conversion and metabolism in the underyearling red sea bream, *Crrysophphrys major* (Temminck & Schlegel). **J. Fish Biol.**, v.39, p.459-468, 1991.

WOYNAROVICH, E.; HORVATH, L. A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão. Tradução Vera Lucia Mixtra Chama. Brasília: FAO/CODECAS/CNPq, 1983. 220p.

CAPITULO 3 - UTILIZAÇÃO DO TRIPTOFANO NO ENRIQUECIMENTO DE NÁUPLIOS DE *ARTEMIA* E DA RAÇÃO NA LARVICULTURA DE MATRINXÃ (*Brycon amazonicus*)

RESUMO

O aminoácido triptofano é um precursor do neuro-transmissor serotonina (5-hidroxi-triptamina, 5-HT) que atua no encéfalo, estando associado à redução da agressividade em animais e menor incidência de canibalismo. Este trabalho avaliou a influência da suplementação de triptofano na alimentação de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) por meio da exposição de náuplios de *Artemia* (Experimento 1) e da suplementação da ração (Experimento 2) no desempenho zootécnico, sobrevivência e canibalismo. Os tratamentos do Exp. 1 foram: náuplios de *Artemia* não expostos (T1), expostos a 0,175 mg (T2), 0,375 mg (T3) e 0,7 mg de triptofano/L (T4) e do Exp. 2 foram: ração não enriquecida (T1), enriquecida com 0,48 g (T2), 1,44 g (T3) e 3,36g de triptofano/kg (T4). As coletas foram realizadas 36 horas, 1, 3, 6, 9 e 12 dias após início do período experimental e foram avaliados, peso e comprimento das larvas e juvenis, taxa de crescimento específico, coeficiente de variação do peso e do comprimento, ocorrência de canibalismo (conteúdo estomacal) e sobrevivência. No Exp. 1 não houve diferença no desempenho zootécnico e sobrevivência das larvas, fato atribuído à baixa eficiência do protocolo utilizado no enriquecimento dos náuplios de *Artemia* com o triptofano. No Exp. 2 não foram encontradas diferenças em relação ao crescimento em comprimento e peso e seus coeficiente de variação, mas houve melhora significativa na sobrevivência, com menor taxa de canibalismo entre as larvas tratadas com o aminoácido. Dessa forma, o enriquecimento da ração com triptofano pode ser uma alternativa viável para a criação de matrinxã, aumentando a sobrevivência das larvas, diminuindo o canibalismo e gerando maior produtividade.

Palavras-chave: agressividade, canibalismo, serotonina, sobrevivência

ABSTRACT

The essential amino acid l-tryptophan (Trp) is the precursor of the monoamine neurotransmitter serotonin (5-hydroxytryptamine, 5-HT) that acts in the animal brain suppressing the aggressive behavior and cannibalism. The aim of the present study was to clarify the effects of dietary Trp on growth performance, survival and cannibalism of matrinxã (*Brycon amazonicus*) larvae. Artemia naupli (Experiment 1) and ration (Experiment 2) were supplemented with tryptophan. The treatments in Exp. 1 were: T1 - naupli not exposed to Trp; T2 - naupli exposed to 0.175 mg; T3 - naupli exposed to 0.375 mg and T4 - naupli exposed to 0.7 mg Trp/L. In Exp. 2 the treatments were: T1 - ration not supplemented; T2 - ration supplemented with 0.48 g; T3 - ration supplemented with 1.44 g and T4 - ration supplemented with 3.36g Trp/kg. Samplings were done 36h, 1, 3, 6, 9 and 12 days of culture (after the feeding beginning). Length and weight, specific growth rate, coefficient of variation of length and weight, cannibalism occurrence (stomach content) and survival were evaluated. In the Exp. 1 there were no effects of the treatments suggesting low efficiency in the protocol of naupli enrichment with Trp. In the Exp. 2 there were no differences regarding growth in length and weight but there was a significant improvement of the survival and decreased cannibalism among the larvae treated with Trp. Thus, the supplementation of the ration with Trp can be an appropriate alternative in the matrinxã culture, increasing the survival by reducing the aggressive behavior of cannibalism of the larvae.

Key-words: aggressiveness, cannibalism, serotonin, survival

1. INTRODUÇÃO

Várias espécies de peixes nativos têm despertado interesse para a criação, pelo alto potencial produtivo, destacando-se as do gênero *Brycon*. Esse gênero apresentava uma taxonomia muito confusa, pois faltava uma revisão que incluísse um grande número de espécies representativas da enorme distribuição geográfica do gênero (BORGES, 1986). Uma revisão de LIMA (2003) relata que a espécie conhecida como matrinxã, erroneamente citada como *Brycon cephalus*, que ocorre na Amazônia brasileira e é amplamente criada no Brasil, é na verdade *Brycon amazonicus*, (SPIX & AGASSIZ, 1829). Sua criação cresceu na década de 90, devido suas características que incluem o excelente sabor da carne e comportamento agressivo, tornando-se muito procurada pelos pescadores (SCORVO FILHO et al., 1998). Na Amazônia, a criação do matrinxã vem se destacando, e atualmente se tornou a segunda espécie mais criada, perdendo somente para o tambaqui (LIMA, 2005).

No entanto, para a otimização da produção de peixes, aspectos como larvicultura, desempenho, nutrição, reprodução e resistência dos animais à doenças são muito importantes como base para pesquisas (ARAGÃO et al., 2004; KAISER & PAULET, 2003; PEREIRA & NUNER, 2003; LAM et al., 2005).

Uma das grandes limitações da criação desta espécie é a produção de larvas em quantidade e de qualidade, pois, durante a larvicultura, ocorrem as maiores perdas no processo produtivo devido ao alto canibalismo das larvas, comportamento que pode ser minimizado com a utilização de alimentos vivos. Durante o desenvolvimento larval, o alimento vivo é uma das fontes mais importantes de nutrientes e já foram demonstradas as vantagens de sua utilização durante a larvicultura (SALLES, 1998; TESSER et al., 2005). Segundo WOYNAROVICH & HORVARTH, (1983), CASTAGNOLLI (1992) e LANDINES (2003), o zooplâncton selvagem e a *Artemia* são muito importantes para a fase inicial da vida das larvas promovendo os melhores resultados no desempenho das mesmas.

O início do canibalismo nas larvas de matrinxã ocorre 36 h após a eclosão, ocasionando baixa sobrevivência (MENDONÇA, 1994). Este fato está associado

principalmente a problemas na alimentação, luminosidade, crescimento heterogêneo e densidade de estocagem (HECHT & PIENAAR, 1991; FOLKVORD & OTTERA, 1993; GREAVES & TUENE, 2001; GOMES et al., 2000). Em algumas espécies, deve-se ao comportamento agressivo que as larvas apresentam logo após a reabsorção do saco vitelino (LANDINES, 2003).

GOMES et al. (2000) citam que o crescimento heterogêneo das larvas é usualmente relacionado com a competição por alimento, estresse, interações sociais e deficiência nutricional. O crescimento heterogêneo acaba por aumentar o canibalismo entre as larvas. Uma alternativa para minimizar o problema da agressividade poderia ser a suplementação de dietas com aminoácidos adequados. Nos últimos anos, tem sido crescentes o número de estudos que mostram o efeito positivo da suplementação de dietas com aminoácidos no crescimento, melhora na conversão alimentar e diminuição da agressividade e do estresse (KIM, 1997; LEPAGE et al., 2003; AHMED, 2005; GAYLORD, 2005). A manipulação das dietas para aumentar a habilidade do animal de resistir ao estresse e diminuir a agressividade pode resultar em maior produção com menor custo (STEWART et al., 2001; LEPAGE et al., 2005).

Em peixes, os estudos com aminoácidos ainda são incipientes, mas com o avanço de novas tecnologias tornaram-se cada vez mais minuciosos, e vem ganhando destaque. De acordo com WILSON (1994), a eficiência da utilização de proteína em peixes é baixa quando comparada à de outros animais. Em consequência, as dietas de peixes possuem de 2 a 4 vezes mais proteína do que as dietas de outros vertebrados. KIM (1997), estudando a truta arco íris, observou grande similaridade nas exigências de aminoácidos da espécie, quando comparadas às de animais agrários, como o suíno.

Dentre os aminoácidos que vêm sendo pesquisados, está o triptofano (Trp), que é um precursor do neuro-transmissor serotonina (5-hidroxi-triptamina, 5HT) que atua no encéfalo, podendo estar associado à redução da agressividade em animais, levando a menores índices de canibalismo.

A organização e função do sistema da 5-HT no encéfalo são altamente conservadas nas classes de vertebrados (PARENT et al., 1984) e os efeitos anti-agressividade desse neurotransmissor foram relatados em vários vertebrados

(RALEIGH et al., 1991; BLANCHARD et al., 1993; DECKEL, 1996; LARSON & SUMMERS, 2001), incluindo peixes teleósteos (ADAMS et al., 1996; PERRAULT et al., 2003). Assim, a supressão do comportamento agressivo induzida pelo elevado nível de Trp dietário parece ser mediada pela elevação da atividade da 5-HT no encéfalo.

A suplementação de dietas com triptofano inibiu o comportamento agressivo de truta arco-íris e diminuiu a reatividade do eixo hipotálamo-pituitária-interrenal como indicado por níveis pós-estresse reduzidos do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) e do cortisol (WINBERG et al., 2001; LEPAGE et al., 2002; LEPAGE et al., 2003). Respostas semelhantes de supressão de comportamento agressivo por ingestão de altas quantidades de Trp foram descritas em cães (DENAPOLI et al., 2000) e aves (SHEA et al., 1994), enquanto que em humanos, o aumento do Trp no SNC reduziu a resposta do cortisol e sentimentos de depressão em pacientes com predisposição ao estresse (MARKUS et al., 2000).

Outra possibilidade é que os efeitos do Trp dietário na agressão e responsividade do eixo HPI sejam mediados pela melatonina (N-acetil-5-metoxi-triptamina). O Trp é precursor de serotonina, que por sua vez é precursora de melatonina, processo dependente das enzimas aril-alkil-amina-N-acetil-transferase (AANAT) e hidroxindole-O-metil-transferase (HIOMT), responsáveis pela conversão da 5-HT em melatonina. A melatonina afeta o comportamento agressivo e as concentrações pós-estresse de cortisol em mamíferos (XU et al., 1995; RAO et al., 2001). Injeções intracerebro ventriculares de melatonina suprimiram respostas agressivas do ciclídeo *Aequidens pulcher* (MUNRO, 1986), enquanto que, em truta arco-íris, a alimentação dos peixes com dieta suplementada com Trp elevou os níveis diurnos de melatonina e reduziu os níveis de cortisol pós-estresse, sugerindo a participação da melatonina na mediação dos efeitos causados por níveis aumentados de Trp sobre a dinâmica do cortisol pós-estresse e no comportamento agressivo da truta (LEPAGE et al., 2005).

A deficiência de triptofano pode causar alguns problemas em peixes, como escoliose, lordose, corrosão da nadadeira caudal, cataratas, opérculos mal formados, e

aumento nos níveis de cálcio, sódio e magnésio e potássio (HALVER & SHANKS, 1960; POSTON & RUMSEY, 1983; WALTON et al., 1984).

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da administração de triptofano na alimentação de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) por meio do enriquecimento de náuplios de *Artemia* (Experimento 1) e da ração (Experimento 2) no desempenho zootécnico e na sobrevivência da espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Espécie estudada

Classe: Actinopterygii

Sub classe: Neopterygii

Divisão: Teleostei

Subdivisão: Euteleostei

Superordem: Ostariophysi

Ordem: Characiformes

Sub-ordem: Characoidei

Super-familia: Characoidae

Família: Characidae

Gênero: *Brycon*

Espécie: *Brycon amazonicus* (SPIX & AGASSIZ, 1829)

2.2. Local do experimento

Este estudo foi realizado no Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros Continentais CEPTA/IBAMA, localizado no Município de Pirassununga, Estado de São Paulo, Brasil (21° 56' S e 47° 22' W) e no Laboratório de Fisiologia de Peixes do Depto. de Morfologia e Fisiologia Animal, da FCAV – Unesp, Jaboticabal.

2.3. Unidades experimentais

Foram utilizadas caixas de fibra de vidro com formato retangular, com volume aproximado de 25 litros, em sistema de circulação fechado, com temperatura controlada e aeração constante. A densidade de estocagem das larvas foi de 16 larvas/litro.

2.4. Manejo e Reprodução

As larvas utilizadas foram obtidas por reprodução induzida (WOYNAROVICH & HORVATH, 1983) de matrizes de matrinxã (*Brycon amazonicus*) com 4 anos de idade mantidas num viveiro escavado de terra e alimentadas com ração comercial (28% P.B.), duas vezes ao dia.

Os ovócitos de todas as fêmeas foram misturados e separados em porções iguais para posterior distribuição das larvas produzidas nos seguintes tratamentos:

Experimento 1

Tratamento 1: náuplios de *Artemia* não expostos

Tratamento 2: náuplios de *Artemia* expostos a 0,175 g de triptofano/L

Tratamento 3: náuplios de *Artemia* expostos a 0,375 g de triptofano/L

Tratamento 4: náuplios de *Artemia* expostos a 0,7 g de triptofano/L

As concentrações de triptofano utilizadas no enriquecimento de *Artemia* foram calculadas de acordo com SOLBAKKEN et al. (2002), que estabeleceram os valores basais encontrados na *Artemia* após eclosão dos náuplios, e a partir desse valor foi estipulado o enriquecimento em 0,5, 1 e 2 vezes o valor controle.

Após a exposição dos náuplios ao triptofano, 1 g de náuplios foi congelada para posterior análise da concentração de tirosina pelo método de cromatografia de troca iônica com derivatização por ninidrina (LAB TEC).

Tabela 1. Valores dos resultados do enriquecimento dos náuplios de *artemia* com triptofano (g/ 100 g)

Tratamento	Valores esperados (g/100 g náuplios)	Valores obtidos (g/100 g náuplios)
T1	0,17	0,068
T2	0,35	0,067
T3	0,55	0,031
T4	0,87	0,069

Experimento 2

Tratamento 1: ração comercial - RC

Tratamento 2: ração enriquecida com 0,48g de triptofano / 100g RC

Tratamento 3: ração enriquecida com 1,44g de triptofano/ 100g RC

Tratamento 4: ração enriquecida com 3,36g de triptofano/ 100g RC

A ração comercial utilizada foi à ração para larvas com 56% P.B. da Fri-ribe, o aminoácido foi adicionado à ração e devidamente misturados de acordo com os tratamentos. O aminoácido foi adicionado à ração e misturado de acordo com os tratamentos, com um auxílio de um misturador tipo bateadeira.

Após o procedimento do enriquecimento, 100 g de ração foram congeladas para posterior análise da concentração de tirosina pelo método de cromatografia de troca iônica com derivatização por ninidrina (LAB TEC).

Tabela 2. Valores dos resultados do enriquecimento da ração com triptofano realizados (Valores em g de triptofano/ 100 g ração comercial)

Tratamentos	Valores esperados (g/100 g ração)	Valores obtidos (g/100 g ração)	Recuperação (%)
T1 (controle)	0,48	0,37	
T 2	0,96	0,59	79,73
T3	2,4	1,11	75,00
T4	3,84	1,94	65,54

2.5. *Artemia*

Os cistos de *Artemia* foram incubados até a eclosão de acordo com os procedimentos descritos por LAVENS & SORGELOOS (1996). Os cistos foram hidratados durante uma hora e meia em água doce, a 25°C, com aeração constante, desencapsulados em solução de água doce + hipoclorito de sódio e incubados durante

24 horas em tanques cilindro-cônicos com aeração forte no fundo, na densidade de 1g de ovos/L, iluminação constante, temperatura entre 25-28°C e salinidade de 25 ppm.

Para o Experimento 1, os náuplios de *Artemia* foram mantidos em soluções contendo triptofano por 24 horas, de acordo com os tratamentos. Além disso, durante os procedimentos de hidratação, desencapsulação e eclosão, a água utilizada tinha as mesmas concentrações de triptofano estabelecidas nos tratamentos.

Alimentação no Experimento 1

A partir de 36 horas pós-eclosão, as larvas receberam alimentação natural (500 náuplios de *Artemia*/larva) três vezes ao dia (8:00, 13:00 e 17:00), de acordo com os tratamentos.

Alimentação no Experimento 2

As larvas receberam alimentação natural (500 náuplios de *Artemia*/larva) a partir de 36 horas pós-eclosão em todos os tratamentos. A partir do primeiro dia de vida foi oferecida adicionalmente ração suplementada com triptofano, de acordo com os tratamentos.

2.6. Parâmetros Limnológicos

Durante o período experimental, às 7:30 e 16:30h, foram mensurados: a temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia não ionizada das água das caixas. Os valores médios observados foram respectivamente: $27\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, $7,4\pm 1$ mg O₂ /L, $7,8\pm 0,7$ e $0,02$ mg/L e estão dentro dos parâmetros desejados para a criação de peixes tropicais de acordo com BOYD (1990). As caixas foram sifonadas duas vezes por semana, com o auxílio de uma mangueira de borracha, e retirados os restos da alimentação e os detritos.

2.7. Coleta das Larvas e Juvenis

As coletas foram realizadas nos seguintes tempos: 36 horas (controle – início da alimentação com *Artemia*), 1, 3, 6, 9 e 12 dias após início do período experimental (início da alimentação). Oito larvas ou juvenis foram fixadas em Bouin, para avaliação do comprimento e peso dos exemplares, taxa de crescimento específico, coeficiente de variação do comprimento e peso, conteúdo estomacal (ocorrência de canibalismo) e sobrevivência.

O comprimento total e o peso das larvas foram determinados com paquímetro e estereomicroscópio e com balança analítica (precisão de 5 casas decimais). A taxa de crescimento específico foi calculada de acordo com a fórmula: $TCE (\%/dia) = 100 \times [(ln \text{ peso final} - ln \text{ peso inicial})/dias]$. O coeficiente de variação do peso e do comprimento foi obtido a partir da fórmula: $CV = (desvio \text{ padrão} / média) \times 100$ (JOBILING, 1994). O coeficiente de variação, quando multiplicado por cem, corresponde à porcentagem de variação da população. O canibalismo (%) foi avaliado por meio da determinação do conteúdo estomacal. Foram examinadas 28 larvas por tratamento, por meio de microcirurgia realizada com lupa, com aumento de 4,5 vezes. Foram observadas a presença e a quantidade do alimento consumido.

A sobrevivência final foi calculada segundo SENHORINI et al. (1998), utilizando-se a fórmula: $S(\%) = (n^\circ \text{ final de alevinos} / n^\circ \text{ inicial}) \times 100$.

2.8. Análise Estatística

O delineamento utilizado em cada experimento foi um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 3 concentrações de triptofano e 1 testemunha. Cada tratamento foi distribuído em 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey (nível de 5%), no programa estatístico SAS (8.12). Os resultados foram apresentados como médias \pm erro padrão da média.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1

O presente experimento testou um protocolo de enriquecimento do náuplio de *Artemia* por exposição ao aminoácido triptofano, que consistiu em manter os cistos e os náuplios em água com concentrações elevadas de aminoácido nos procedimentos que foram da hidratação dos cistos até a eclosão dos náuplios. O objetivo era, por meio da suplementação de triptofano nos náuplios de *Artemia*, aumentar os níveis do aminoácido nas larvas, e conseqüentemente estimular a produção da serotonina. Esse protocolo foi testado, pois segundo SORGELOOS (1986), o náuplio de artemia é um filtrador não seletivo e também pelo fato de que, durante o processo de desencapsulação, os cistos se hidratam e absorvem a água juntamente com as substâncias presentes nela, que possam atravessar a membrana. Pelo resultado das análises de triptofano (Tabela 1) Experimento 1, verificou-se que o protocolo utilizado promoveu um aumento de apenas 1-1,5% da concentração menor de triptofano para a maior, que provavelmente indica contaminação e não incorporação do aminoácido. Esses resultados indicam a inadequação da técnica utilizada para o enriquecimento do náuplio de *Artemia* com triptofano. Os melhores resultados descritos para o enriquecimento de *Artemia*, inclusive com aminoácidos, se baseiam no processo de bioencapsulação (SORGELOOS, 1986; HERFINDAL et al., 1999).

O comprimento das larvas alimentadas com náuplios expostos ao triptofano é mostrado na Figura 1, onde se observa diferença significativa do Tratamento controle em relação aos demais tratamentos aos 9 dias de criação. Este resultado pode ser relacionado ao verificado no conteúdo estomacal (Tabela 6) cujos resultados indicam uma tendência aumento do canibalismo das larvas nesse tratamento, e à sobrevivência (Figura 3) que apresentou valores numéricos mais baixos. Nos demais dias de coleta não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. Em relação ao peso das

larvas (Figura 2), não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos nos diferentes dias de criação.

A análise do crescimento específico (Tabela 3) mostrou que do 3º ao 9º dia de criação, as larvas apresentaram os valores mais altos da taxa de crescimento específico (em torno de 22-24% ao dia) e redução de até 10% no 12º dia de coleta. Pode se verificar que houve uma tendência a um maior crescimento das larvas do Tratamento 1, no 6º dia de coleta, podendo ser o motivo que justifica o maior crescimento obtido pelas larvas do Tratamento 1 no 9º dia. Analisando a taxa de crescimento específico total (Tabela 3), verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Os coeficientes de variação do comprimento e do peso indicam a homogeneidade do tamanho das larvas e juvenis. Um coeficiente de variação alto evidencia a heterogeneidade do lote, ou seja, crescimento heterogêneo, e pode ser justificado pelo canibalismo, deficiência alimentar, estresse ou a um manejo incorreto (KESTEMONT et al., 2003; BARAS et al., 2002).

O coeficiente de variação do comprimento (Tabela 4) não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, indicando uma homogeneidade em relação ao comprimento das larvas. Já o coeficiente de variação do peso (Tabela 5) mostra uma tendência a um menor valor nos Tratamentos 2 e 3, no 3º dia de coleta, nos Tratamentos 3 e 4, no 6º dia de coleta, e nos Tratamentos 1 e 4, no 9º e 12º dia de coleta.

Em relação ao conteúdo estomacal (Tabela 6), as larvas mostraram maior ocorrência de canibalismo no 3º e 6º dia de coleta, porém não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. A partir do 1º dia de coleta, foi encontrada em todas as larvas presença de náuplios de *Artemia*, indicando o início da ingestão de alimento pelas larvas. O consumo de *Artemia* foi observado com maior intensidade nos dias seguintes e a partir do 9º dia pode ser observada a ingestão de uma quantidade superior a 250 náuplios de *Artemia* (Tabela 6).

A sobrevivência não foi afetada pelos tratamentos, mantendo-se ao redor de 20-25% (Figura 3). Esse resultado pode ser explicado pela baixa eficiência do protocolo de enriquecimento dos náuplios de *Artemia*.

3.1.1. CONCLUSÃO

O protocolo utilizado não foi eficiente para o enriquecimento na *Artemia* com triptofano. Assim sendo, não promoveu alterações em relação ao desempenho zootécnico e sobrevivência das larvas.

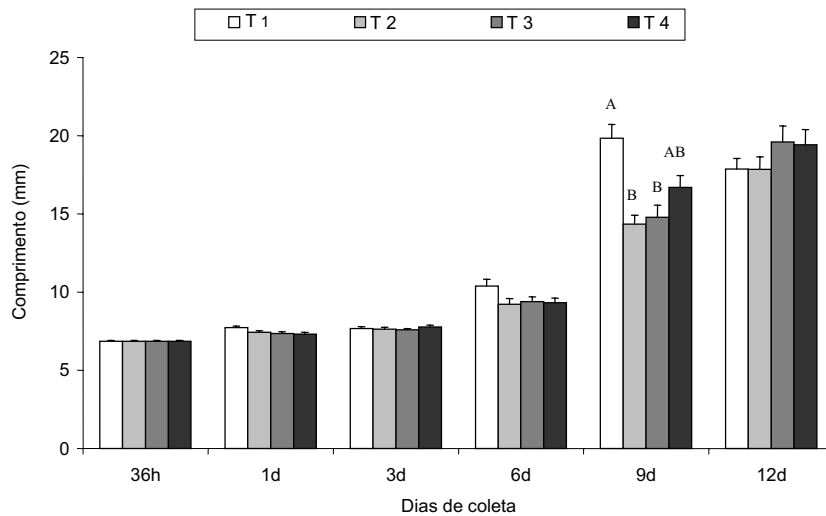


Figura 1. Valores médios (\pm erro padrão) do comprimento corporal (mm) das larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos a triptofano. Letras diferentes indicam diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Tratamentos 1, 2, 3 e 4 significam respectivamente: náuplios de *Artemia* não expostos (Controle), expostos a 0,175 mg, 0,375 mg e 0,7 mg de triptofano/L

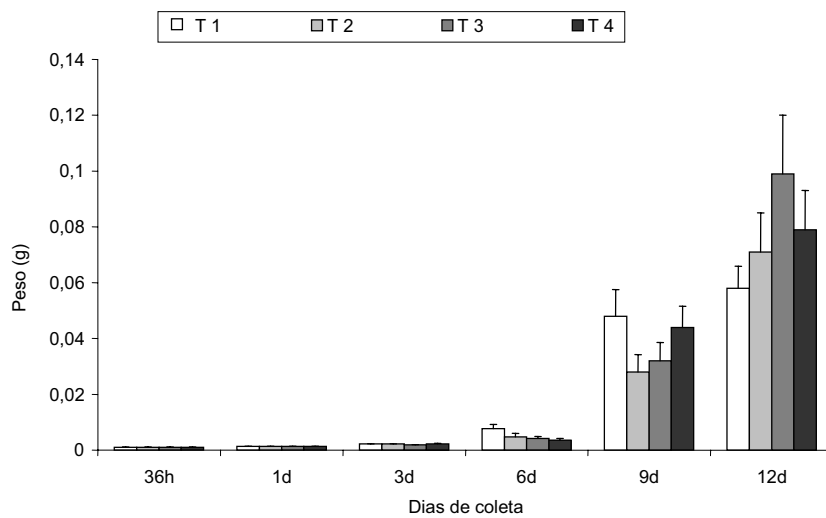


Figura 2. Valores médios (\pm erro padrão) do peso corporal (mg) das larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos a triptofano. Tratamentos 1, 2, 3 e 4 significam respectivamente: náuplios de *Artemia* não expostos (Controle), expostos a 0,175 mg, 0,375 mg e 0,7 mg de triptofano/L

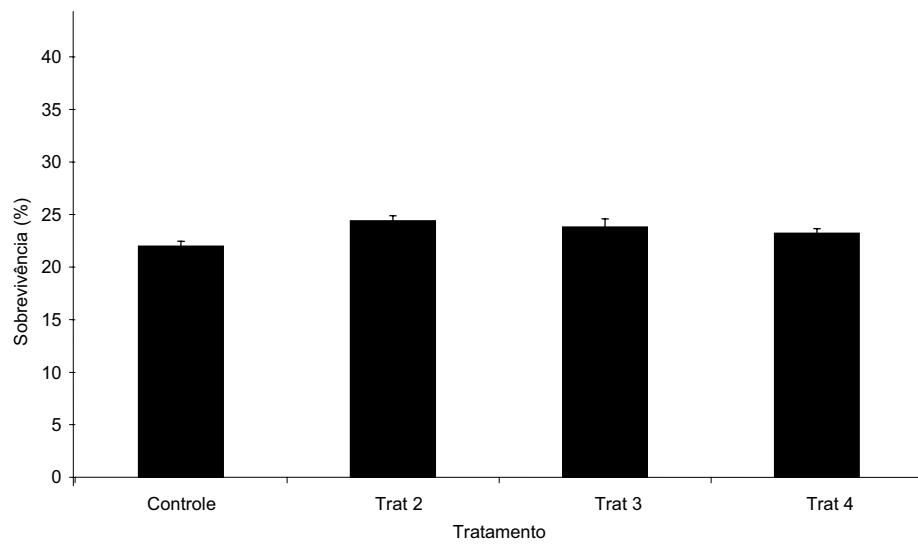


Figura 3. Taxas de sobrevivência (\pm erro padrão) das larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos a triptofano. Letras diferentes indicam diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Tratamentos 1, 2, 3 e 4 significam respectivamente: náuplios de *Artemia* não expostos (Controle), expostos a 0,175 mg, 0,375 mg e 0,7 mg de triptofano/L.

Tabela 3. Taxa de crescimento específico (%/dia) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos a triptofano.

Tratamento	Dias de coleta					
	1d	3d	6d	9d	12d	Total
T 1	2,69	17,1	18,1	26,5	2,7	14,69
T 2	2,69	17,1	11,3	25,0	13,8	15,37
T 3	2,69	13,9	11,5	29,4	16,3	16,63
T 4	2,69	17,1	6,7	36,3	8,8	15,81

T 1- náuplios não expostos (Controle), T 2 - náuplios expostos a 0,175 mg, T 3 - náuplios expostos a 0,375 mg e T 4 - náuplios expostos a 0,7 mg de triptofano/L

Tabela 4. Coeficiente de variação do comprimento (CVC) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos a triptofano.

Tratamento	Dias de coleta					
	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	4,9	7,4	12,4	13,1	13,9	15,2
T 2	4,9	6,7	12,9	8,2	12	12,3
T 3	4,9	5,4	13,6	10,8	14,2	16,9
T 4	4,9	6,4	14,3	12,4	10	14,2

T 1- náuplios não expostos (Controle), T 2 - náuplios expostos a 0,175 mg, T 3 - náuplios expostos a 0,375 mg e T 4 - náuplios expostos a 0,7 mg de triptofano/L

Tabela 5. Coeficiente de variação do peso (CVp) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos a triptofano.

Tratamento	Dias de coleta					
	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	20	23,1	40,9	93,5	40	43,4
T 2	20	21,5	36,4	104,2	98,2	94,4
T 3	20	19,2	28,4	61,9	90	94,9
T 4	20	20	51,4	61,1	72,7	70,9

T 1- náuplios não expostos (Controle), T 2 - náuplios expostos a 0,175 mg, T 3 - náuplios expostos a 0,375 mg e T 4 - náuplios expostos a 0,7 mg de triptofano/L

Tabela 6. Conteúdo estomacal de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* expostos a triptofano.

Dia de Coleta	Tratamento	Canibalismo (%)	Alimento (%)		Artemia nº
			Ausência	Presença	
36h	T 1	0	0	0	0
	T 2	0	0	0	0
	T 3	0	0	0	0
	T 4	0	0	0	0
1d	T 1	13 ^A	20	80	16
	T 2	0	25	75	13
	T 3	0	12	88	19
	T 4	13 ^A	18	82	13
3d	T 1	13 ^A	29	71	37
	T 2	13 ^A	21	79	36
	T 3	0	25	75	37
	T 4	0	25	75	52
6d	T 1	0	0	100	55
	T 2	0	0	100	62
	T 3	0	0	100	55
	T 4	0	0	100	66
9d	T 1	0	0	100	200
	T 2	0	0	100	>250
	T 3	0	0	100	>250
	T 4	0	0	100	>250
12d	T 1	0	0	100	>250
	T 2	0	0	100	>250
	T 3	0	0	100	>250
	T 4	0	0	100	>250

T 1- náuplios não expostos (Controle), T 2 - náuplios expostos a 0,175 mg, T 3 - náuplios expostos a 0,375 mg e T 4 - náuplios expostos a 0,7 mg de triptofano/L

3.2. Experimento 2

No Experimento 2, foi feito o enriquecimento de ração com o triptofano para verificar o efeito do aminoácido sobre a larvicultura do matrinxã, no que se refere ao comportamento agressivo das larvas e canibalismo. A Tabela 2 mostra a quantidade de triptofano adicionada a ração e a porcentagem de recuperação após o processo de enriquecimento.

Estudos sobre enriquecimento de ração com o aminoácido triptofano têm sido realizados indicando a diminuição da agressividade e do canibalismo em peixes. LEPAGE et al. (2003) alimentaram juvenis de *Oncorhynchus mykiss* com dietas enriquecidas com triptofano por 3, 7 e 28 dias e após esse período os animais foram estressados. Observou-se que os juvenis alimentados por 7 dias não tiveram respostas de elevação do cortisol após o estresse. HOGLUND (2005) estudou, em bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*), o efeito da suplementação da ração com 0,5g de ração por kg de alimento e observou alterações comportamentais, com diminuição da agressividade.

Em relação ao crescimento das larvas (Figura 4), observa-se que o triptofano suplementar não afetou o comprimento das larvas. O peso corporal, apesar de aumentar com o passar do tempo, também não foi diferente nos diferentes tratamentos (Figura 5). Esses resultados diferem dos resultados encontrados por HSEU et al. (2003) que, ao testarem o enriquecimento da ração com triptofano em juvenis de *Epinephelus coioides*, obtiveram menor crescimento e peso. Já AHMED & KHAN (2005) relataram uma ótima conversão alimentar e crescimento em *Cirrhinus mrigala* utilizando 0,95g de triptofano/100 g ração. No presente experimento, as quantidades de triptofano presentes na ração variaram de 0,37 a 1,94 g/100g.

A taxa de crescimento específico (Tabela 7) indica maior crescimento larval entre o 3º e 6º dias de criação (22 a 23%), com redução gradual no 9º e 12º dias.

O coeficiente de variação do comprimento (Tabela 8) não diferiu entre os tratamentos, em todas as coletas, e o coeficiente de variação do peso (Tabela 9) mostrou tendência a heterogeneidade do peso no Tratamento 4 nos dias 1 e 3.

O conteúdo estomacal, com restos de outras larvas (Tabela 10), indica maior ocorrência de canibalismo (27%) no Tratamento controle (0,37 g/100 g) no 1º dia, que se mantém até o dia 3. A partir do 6º dia não se observou canibalismo. Esses resultados corroboram os encontrados por HSEU et al. (2003), em juvenis de *Epinephelus coioides*, que testaram a adição de triptofano na ração e relataram aumento de serotonina no encéfalo e redução do canibalismo. Os autores sugerem que esse manejo, associado à manipulação correta dos peixes, ótima densidade de estocagem e uma alimentação adequada, seriam os grandes responsáveis pelo sucesso na criação, devido a uma diminuição do canibalismo e conseqüentemente aumento da produção.

As larvas de matrinxã em todos os tratamentos apresentaram alimento no trato digestório a partir do 1º dia, quando já se observou presença de ração no conteúdo estomacal (Tabela 10), indicando o início do consumo de alimento e que é possível oferecer ração nessa fase de vida das larvas de matrinxã. Canibalismo foi associado à má nutrição em larvas de *Lates calcarifer* (CURNOW et al., 2006).

A sobrevivência (Figura 6) foi significativamente maior nos Tratamentos 2 (0,59 g) e 4 (1,94 g) em relação aos Tratamentos 1 (0,37g) e 3 (1,11 g). Estes resultados corroboram os encontrados por GAYLORD et al. (2005), que observaram maior sobrevivência de híbridos de *Morone chrysops* x *M. saxatilis*, alimentados com ração contendo quantidades superiores a 1,6 g de triptofano por kg da dieta. O aumento na sobrevivência e a diminuição da agressividade por meio da utilização do enriquecimento da ração com triptofano também foram encontrados por outros autores (COLOSSO et al., 2004; AHMED & KHAN, 2005; HOGLUND et al., 2005; LEPAGE et al., 2005), indicando o efeito positivo desse aminoácido na larvicultura das espécies de comportamento mais agressivo.

3.2.1. CONCLUSÃO

A ração enriquecida com triptofano não alterou o crescimento em peso e comprimento das larvas de matrinxã, mas afetou de forma significativa o canibalismo e a sobrevivência das larvas, sendo uma alternativa viável na criação de matrinxã.

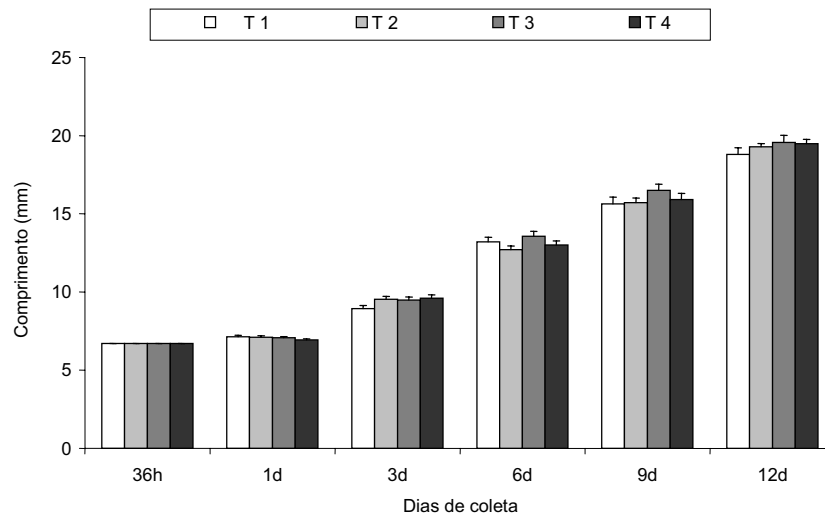


Figura 4. Valores médios (\pm erro padrão) do comprimento corporal (mm) das larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* e ração enriquecida de triptofano. Tratamentos 1, 2, 3 e 4 significam respectivamente: ração não enriquecida (Controle), enriquecida com 0,48 g, 1,44 g e 3,36g de triptofano/L

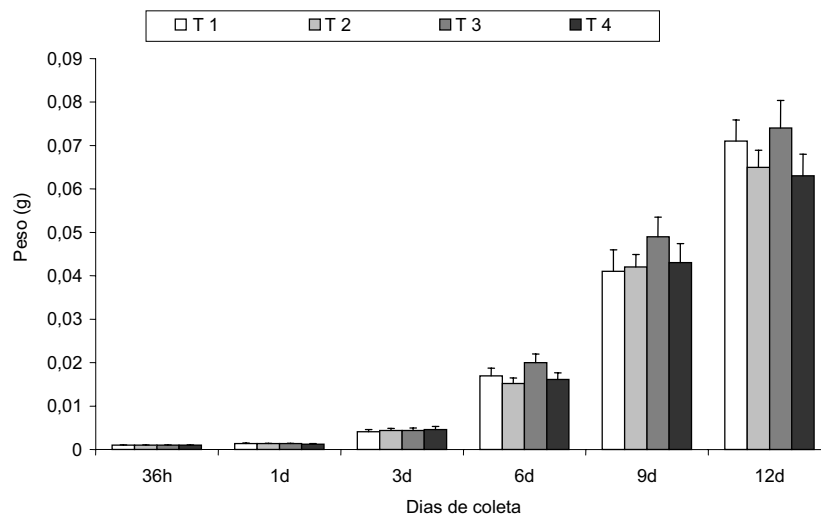


Figura 5. Valores médios (\pm erro padrão) do peso corporal (mg) das larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* e ração enriquecida de triptofano. Tratamentos 1, 2, 3 e 4 significam respectivamente: ração não enriquecida (Controle), enriquecida com 0,48 g, 1,44 g e 3,36g de triptofano/L.

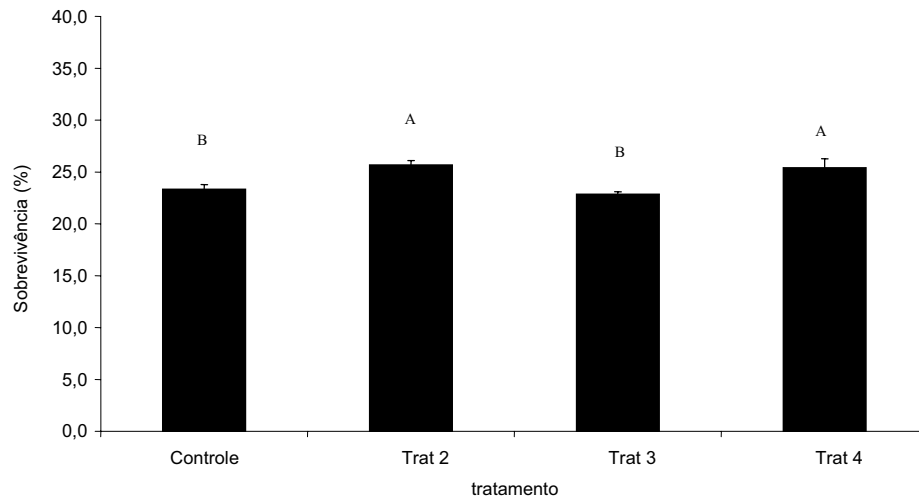


Figura 6. Taxas de sobrevivência (\pm erro padrão) das larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* e ração enriquecida de triptofano. Letras diferentes indicam diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Tratamentos 1, 2, 3 e 4 significam respectivamente: ração não enriquecida (Controle), enriquecida com 0,48 g, 1,44 g e 3,36g de triptofano/L.

Tabela 7. Taxa de crescimento específico (%/dia) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* e ração enriquecida de triptofano.

	Dias de coleta					
	1d	3d	6d	9d	12d	total
T 1	14,0	24,2	20,2	12,8	8,0	14,7
T 2	13,4	26,0	17,6	14,7	6,1	15,4
T 3	12,4	26,3	21,9	12,8	6,0	16,6
T 4	9,3	28,8	17,9	14,1	5,7	15,8

Tratamentos 1, 2, 3 e 4 significam respectivamente: ração não enriquecida (Controle), enriquecida com 0,48 g, 1,44 g e 3,36g de triptofano/L.

Tabela 8. Coeficiente de variação do comprimento (CVc) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* e ração enriquecida de triptofano.

	Dias de coleta					
	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	4,9	8,7	12,4	10,9	14,1	13,0
T 2	4,9	8,4	11,4	9,7	9,5	11,7
T 3	4,9	7,1	11,3	11,9	11,8	14,9
T 4	4,9	6,3	12,3	9,8	11,8	12,6

Tratamentos 1, 2, 3 e 4 significam respectivamente: ração não enriquecida (Controle), enriquecida com 0,48 g, 1,44 g e 3,36g de triptofano/L.

Tabela 9. Coeficiente de variação do peso (CVp) de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* e ração enriquecida de triptofano.

	Dias de coleta					
	36h	1d	3d	6d	9d	12d
T 1	31,0	40,5	65,9	50,3	60,0	49,3
T 2	31,0	44,7	63,0	42,1	33,6	52,3
T 3	31,0	39,1	68,2	50,0	44,9	56,8
T 4	31,0	53,2	82,6	46,6	51,2	61,9

Tratamentos 1, 2, 3 e 4 significam respectivamente: ração não enriquecida (Controle), enriquecida com 0,48 g, 1,44 g e 3,36g de triptofano/L.

Tabela 10. Conteúdo estomacal de larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) alimentadas com náuplios de *Artemia* e ração enriquecida de triptofano. Letras diferentes indicam diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

Dia de Coleta	Tratamento	Canibalismo (%)	Alimento (%)		Qtde Artemia nº	Ração (%)
			Ausência	Presença		
36h	T 1	0	0	0	0	0
	T 2	0	0	0	0	0
	T 3	0	0	0	0	0
	T 4	0	0	0	0	0
1d	T 1	27 ^A	50	50	23	19
	T 2	13 ^B	60	40	32	9
	T 3	13 ^B	67	37	27	12
	T 4	10 ^B	63	47	19	15
3d	T 1	23	20	80	40	50
	T 2	20	10	90	44	44
	T 3	17	17	83	38	57
	T 4	20	15	85	33	48
6d	T 1	0	13	87	128	100
	T 2	0	10	90	160	100
	T 3	0	13	87	151	100
	T 4	0	20	80	127	100
9d	T 1	0	0	100	>250	100
	T 2	0	0	100	>250	100
	T 3	0	0	100	>250	100
	T 4	0	0	100	>250	100
12d	T 1	0	0	100	>250	100
	T 2	0	0	100	>250	100
	T 3	0	0	100	>250	100
	T 4	0	0	100	>250	100

Tratamentos 1, 2, 3 e 4 significam respectivamente: ração não enriquecida (Controle), enriquecida com 0,48 g, 1,44 g e 3,36g de triptofano/L.

4. REFERÊNCIAS

ADAMS, C.F.; LILEY, N.R.; GORZALKA, B.B. PCPA increases aggression in male firemouth cichlids. **Pharmacology**, v.53, p.328–330, 1996.

AHMED, I.; KHAN, M.A. Dietary tryptophan requirement of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). **Aquac. Res.**, v.36, p.685-697, 2005

ARAGÃO, C.; CONCEIÇÃO, L. E. C.; MARTINS, D.; ROONESTAD, I.; GOMAES, E.; DINIS, T. 2004; A balanced dietary amino acid profile improves amino acid retention in post-larval Senegalese sole (*Solea senegalensis*). **Aquaculture**, v.233, p.293–304, 2004.

BARAS, E.; MPONTCHA, A.; DRIOUCH, H.; PRIGNON, C.; MÉLARD, C. Ontogenic variations of thermal optimum for growth, and its implication on thermolabile sex determination in blue tilapia. **J. Fish Biol.** v.61, p.645-660, 2002.

BLANCHARD, D.C.; SAKAI, R.R.; MCEWEN, B.; WEISS, S.M.; BLANCHARD, R.J. Subordination stress: behavioral, brain and neuroendocrine correlates. **Behav. Brain Res.**, v.58, p.113– 121, 1993.

BORGES, G.A. **Ecologia de três espécies do gênero *Brycon* no rio Negro**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 1986.

BOYD, C.E. **Water quality in warm water fish pond**. Alabama: Auburn University. 1990.482p.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP. 1992.189p.

COLOSSO, R.M.; MURILLO-GUERRA, D.P. BORLONGAN, I.G.; CATA CUTAN, M.R. Tryptophan requirement of juvenile Asian sea bass *Lates calcarifer*. **J. Appl. Ichthyol.**, v.20, p.43-47. 2004

CURNOW, J.; KING, J.; PARTRIDGE, G.; KOLKOVSKI S. Effects of two commercial microdiets on growth and survival of barramundi (*Lates calcarifer* Bloch) larvae within various early weaning protocols. **Aquac. Nutrit.**, v.12, p.247–255. 2006

DECKEL, A.W. Behavioral changes in *Anolis carolinensis* following injection with fluoxetine. **Behav. Brain Res.**, v.78, p.175– 82, 1996.

DENAPOLI, J. S.; DODMAN, N. H.; SHUSTER, L.; WILLIAM M. R.; KATHY L. G.; Effect of dietary protein content and tryptophan supplementation on dominance aggression, territorial aggression, and hyperactivity in dogs. **J. Am. Vet. Med.**, v.217, p.504–508, 2000.

FOLKVORD, A.; OTTERA, H. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). **Aquaculture**, v.114, p.243-260, 1993.

GAYLORD, T.G.; RAWLES, S.D.; DAVIS, K.B. Dietary tryptophan requirement of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. Saxatilis*). **Aquacult. Nutr.**, v.11, p.367-374, 2005.

GOMES, L.C.; BALDISSEROTO, B.; SENHORINI, J.A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus*, in ponds. **Aquaculture**, v.183, p.73-81, 2000.

GREAVES, K.; TUENE, S. The form and context of aggressive behaviour in farmed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). **Aquaculture**, v.1, p.139-147, 2001.

HOGLUND, E; BAKKE, M.J.; OVERLI, O.; WINBERG, S.; NILSSON, G.E. Supression of agressive behaviour in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) by L-tryptophan supplementation. **Aquaculture**, v.249, p.1-4, 2005.

HALVER, J.W.; SHANKS, W.E. Nutrition of salmonoid fishes. VIII. Indispensable amino acids for sockeye salmon. *J. Nutr.*, v.72, p.340-346, 1960.

HECHT, T.; PIENAAR.; A. G. Cannibalism: the hidden mortality factor in larviculture. p. 277. In: P. Lavens, P. Sorgeloos, E. Jaspers & F. Ollevier (ed.) LARVI' 91 – Fish & Crustacean Larviculture Symposium, European Aquaculture Society, Special Publication No. 15, Gent., 1991.

HERFINDAL, L.; TANAKA, M.; RØNNESTAD, I. Effect of feeding Artemia enriched with free phenylalanine and tyrosine to larval Japanese flounder. In **International Conference 'Aquaculture Europe '99'** (Laird, L. & Reinertsen, H., eds). European Aquaculture Society, Special Publication No. 27, 1999.

HSEU, J.R.; LU F.I.; SU, H.M.; WANG, L.S.; TSAI, C.L.; HWANG, P.P. Effect of exogenous tryptophan on canibalism, survival and growth in juvenile grouper, *Epinephelus coioides*. **Aquaculture**, v. 1, p.1-12, 2003.

JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. London: Chapman e Hall, 294p. 1994.

FOLKVORD, A.; OTTERA, H. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvelile Atlantic cod (*Gadus morhua*, L.). **Aquaculture**, v.114, p.243-260, 1993.

KAISER, H.; ENDEMANN, F.; PAULET, T. G. A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, *Carassius auratus* (L.) **Aquacult. Res.** v. 34 (11), p. 943–950. 2003.

KESTEMONT, P.; JOURDAN, S.; HOUBART, M.; MÉLARD, C.; PASPATIS, M.; FONTAINE, P.; CUVIER-PERES, A.; KENTOURI, M.; BARAS, E. Size heterogeneity, cannibalism and competition in culture predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. **Aquaculture**, v. 227, p. 333-356, 2003.

KIM, K. Re-evaluation of protein and amino acid requirements of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.151, p.3-7, 1997.

LAM, T. J. Eggs in fish: are hormones involved? **Aquaculture**, v.135, p.74, 1995.

LANDINES, M. A. **Efeito da triiodotironina (T₃) no desenvolvimento embrionário e no desempenho das larvas de pintado (*Pseudoplatystoma fasciatum*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e dourado (*Salminus maxillosus*)**. 146f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

LARSON, E.T.; SUMMERS, C.H. Serotonin reverses dominant social status. **Behav. Brain. Res.** v. 121 p. 195-201, 2001

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. **Manual on the production and use of live food for aquaculture**. FAO Fisheries Tech. Pap. No. 361, FAO, Rome, 265 p. 1996.

LEPAGE, O.; TOTTMAR, O.; WINBERG, S. Elevated dietary intake of l-tryptophan counteracts the stress-induced elevation of plasma cortisol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **J. Exp. Biol.** v. 205, p. 3679– 3687, 2002.

LEPAGE, O.; VILCHEZ, I.M.; POTTINGER, T.G.; WINBERG, S. Time-course of the effect of dietary L-tryptophan on plasma cortisol levels in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **J. Exp. Biol.**, v.206, p.3589-3599, 2003.

LEPAGE, O.; LARSON, E. T.; MAYER, I.; WINBERG, S. Serotonin, but not melatonin, plays a role in shaping dominant-subordinate relationships and aggression in rainbow trout. **Horm. Behav.**, v.48, p.233-242, 2005.

LIMA, F. C. T. Subfamily Bryconinae (Characins, Tetras). In: REIS, R.E; KULANDER, S. O; FERRARIS JR, C. J. (Orgs.) Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. EDPURCS, Porto Alegre. p. 174-181, 2003.

LIMA, M.S. Os fluxos de conhecimentos na piscicultura do estado do Amazonas: uma análise da trajetória e das condições institucionais. **ConTexto**, v.5, n.8, 2005.

MARKUS, C.R.; OLIVIER, B.; PANHUYSEN, G.E.M; GUGTEN, J.V.D.; SALLES, M.; TUITEN, A.; WESTENBERG, H. G.; FEKKES, D.; KOPPESCHAAR, H. F.; DE HAAN, E. E. The bovine protein α -lactalbumin increases the plasma ratio of tryptophan to the other large neutral amino acids, and in vulnerable subjects raises brain serotonin activity, reduces cortisol concentration, and improves mood under stress. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.71, p.1536–1544, 2000

MENDONÇA, J.O.J Criação de espécies do gênero *Brycon* no CEPTA/IBAMA. **Seminário sobre criação de espécies do gênero *Brycon***. Pirassununga, CEPTA, 1994, p. 31-48.

MUNRO, A. D. Effects of melatonin, serotonin, and naloxene on aggression in isolated cichlid fish (*Aequidens pulcher*). **J. Pineal Res.**, v.3, p.257–262, 1986.

PARENT, A., POIRAS, D., DUBÉ, L. Comparative neuroanatomy of central monoaminergic systems. In: Björklund, A., Hökfelt, T. (Eds.), Handbook of Chemical Neuroanatomy. Elsevier, Amsterdam, pp. 409– 439, 1984.

PEREIRA, A. S.; NUNER, A. P. O. 2003; Utilização de diferentes densidades, dietas e formatos de tanque nalaricultura da piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1849. (*Characiformes, Characidae*) **Acta Scientiarum** v. 25, p. 55-61, 2003.

PERREAULT, H.A.N.; SEMSAR, K; GODWIN, J. Fluoxetine treatment decreases territorial aggression in a coral reef fish. **Physiology & Behavior**, v. 79, p.719– 724, 2003.

POSTON, H.A.; RUMSEY, G.L. Factors affecting dietary requirements and deficiency signs of L-tryptophan in rainbow trout. **J. Nutr.**, v.113, p.2568-2577, 1983.

RALEIGH, M.J.; MCGUIRE, M.T.; BRAMMER, G.L.; POLLACK, D.B.; YUWILER, A. Serotonergic mechanisms promote dominance acquisition in adult male vervet monkeys. **Brain Res.**, v.559, p.181– 90, 1991.

RAO, N.V.A.; RAZA, B.; PRASAD, J. K.; RAZI, S. S.; GOTTARDO, L.; AHMAD, M.F; NUSSDORFER, G.G. Melatonin decreases glucocorticoid blood concentration in the rat and palm squirrel, acting directly on the adrenal gland. **Biomed. Res.**, v.22, p.115–117, 2001.

SCORVO-FILHO, J.D.; MARTINS, N.B.; AYROSA, L.M.S. Piscicultura em São Paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra de 1996/1997. **Informações Econômicas**, v. 28, p. 41-60, 1998.

SALLES, F. A. **Aspectos técnicos e econômicos da larvicultura intensiva de curimbatá *Prochilodus scrofa* (Steindacher, 1881) em escala massal.** 53f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

SENHORINI, J. A.; MANTELATTO, F. L. M.; CASANOVA, S. M.C. Growth and survival of larvae of Amazon species “matrinxã”, *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae) in larviculture ponds. **B. Téc. CEPTA**, v.11, p.13-28, 1998.

SHEA, M. M.; KUENZEL, W. J.; MENCH, J. A. A technique for cannulating cisterna magna and sampling cerebrospinal fluid from socially housed birds. **Poultry Sci.**, v.73, p.556–563, 1994.

SOLBAKKEN, J.S.; BERNTSSEN, M.H.G.; NORBERG, B.; PITTMAN, K.; HAMRE, K. Different iodine and thyroid hormone levels between Atlantic halibut larvae fed wild zooplankton or *Artemia* form first exogenous feeding until post metamorphosis. **J. Fish Biol.**, v.60, p.1-17. 2002.

SORGELOOS, P.; LAVENS, P.; LEGER, P.; TACKAERT, W.; VERSICHELE, D. Manual para el cultivo y uso de artêmia en acuicultura – Programa gubernamental – FAO – Itália. 1986.

SPIX, J. B. VON; AGASSIZ, L. 1829-31. Selecta genera et species piscium quos in itinere per Brasiliam annos MDCCCXVII-MDCCCXX jussu et auspiciis Maximiliani Josephi I.... colleget et pingendso curavit Dr J. B. de Spix.... Monachii. **Selecta Piscium Brasiliam** Part 1: i-xvi + i-ii + 1-82, Pls. 1-48.

STEWART, A.B.; SPICER, A.V.; INSKEEP, E.K.; DAILEY, R.A. Steroid hormone enrichment of *Artemia nauplii*. **Aquaculture**, v.202, p.177-181, 2001.

TESSER, M.B.; CARNEIRO, D.J.; PORTELLA, M.C. Co-feeding of pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (1887), larvae with *Artemia naupili* and a microencapsulated diet. **J. Appl. Aquac.**, v.17, p.47-59, 2005.

XU, F.; LI, J.C.; MA, K.C.; WANG M. Effects of melatonin on hypothalamic gamma-aminobutyric acid, aspartic acid, glutamic acid, beta-endorphin and serotonin levels in mice. **Biol. Signals**, v.4, p.225–231, 1995

WALTON, M.J.; COLOSO, R.M.; COWEY, C.B.; ANDRON, J.W.; KNOX, D. The effects of dietary tryptophan levels on growth and metabolism of rainbow trout (*Salmon gairdneri*). **British J. Nutr.**, v.51, p.279-287, 1984

WILSON, R.P. **Amino acid Requirements of Finfish in Amino Acids in Farm Nutrition.**, D'Mello, J.P.F. Cab international 418 p 16, 377-401. 1994

WINBERG, S.; ØVERLI, Ø.; LEPAGE, O. Suppression of aggression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by dietary L-tryptophan. **J Exp Biol.**, v.204, p.3867–3886, 2001.

WOYNAROVICH, E.; HORVATH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão.** Tradução Vera Lucia Mixtra Chama. Brasília: FAO/CODECASF/CNPq, 1983. 220p.

CAPITULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O matrinxã (*Brycon amazonicus*) é uma espécie com destaque na piscicultura de espécies nativas, principalmente na região norte do Brasil. Na região Amazônica, sua procura perde somente para o tambaqui. Entretanto, sua criação enfrenta dificuldades e a fase de larvicultura é um gargalo importante. O comportamento agressivo e o canibalismo intenso da espécie na fase inicial de vida, que acarreta baixa sobrevivência larval, fazem com que os produtores tenham baixa produtividade e rentabilidade.

A literatura mostra que alguns hormônios, como os hormônios tireoidianos e o neurotransmissor serotonina, participam de mecanismos fisiológicos implicados no comportamento agressivo dos peixes e atuam na melhoria da sobrevivência de inúmeras espécies.

A utilização do hormônio triiodotironina na larvicultura já é conhecida e os seus efeitos positivos já foram descritos para algumas espécies, dentre elas o matrinxã. Por outro lado, embora não haja relatos sobre a participação da serotonina na supressão ou redução do comportamento agressivo de espécies nativas, essa participação já foi relatada em outras espécies.

Considerando as restrições mundiais no que se refere ao uso de hormônios na produção animal, tanto no aspecto ambiental como de saúde do consumidor, o uso de aminoácidos utilizados na síntese dos hormônios é uma alternativa para o estudo indireto da ação hormonal.

Dessa forma, os aminoácidos tirosina e triptofano têm destaque, pelo fato de serem precursores dos hormônios tireoidianos e da serotonina, respectivamente. Estudos sobre o uso da tirosina como mediador da agressividade em peixes não são conhecidos, mas o triptofano vem sendo estudado com essa finalidade.

A fase larval do matrinxã é o momento mais crítico em relação a agressividade dos animais. A partir de 36 horas após a eclosão, a larva mostra um comportamento extremamente agressivo e predatório que resulta em altas taxas de canibalismo. Procurando minimizar o comportamento agressivo das larvas, o presente estudo utilizou

os aminoácidos tirosina e triptofano no enriquecimento do alimento oferecido na fase inicial da alimentação da espécie.

A alimentação inicial das larvas é composta basicamente por alimentos vivos e posteriormente ração. Uma alternativa para a utilização do fornecimento dos aminoácidos via alimentação natural, seria a utilização de náuplios de artemia enriquecidos e o enriquecimento da ração das larvas. Visando a utilização de alternativas de fácil aplicabilidade para os produtores, dois métodos de enriquecimento de alimento, com a tirosina e o triptofano, foram testados. Inicialmente, testou-se um protocolo de enriquecimento dos náuplios de *Artemia* considerando-se que os náuplios são filtradores não seletivos e absorvem a água utilizada nas soluções que hidratam os cistos e os mantêm até a eclosão dos náuplios. Em segundo lugar, testou-se o enriquecimento de ração com os aminoácidos em questão.

Os resultados indicam que o protocolo utilizado para o enriquecimento dos náuplios não foi adequado, mas sugere-se que novos protocolos utilizando bioencapsulação sejam testados no futuro, visto a importância do alimento vivo para o desenvolvimento e qualidade das larvas. Por outro lado, o enriquecimento da ração com os dois aminoácidos apresentou resultados positivos e de grande importância para a criação do matrinxã. O enriquecimento com 5,39 g de tirosina/100 g ração promoveu maior crescimento e sobrevivência larval superior à observada nos demais tratamentos, indicando o possível uso da tirosina na síntese dos hormônios tireoidianos, e causando, de forma indireta, os mesmos benefícios do seu uso. Já, a ração enriquecida com triptofano não alterou o crescimento das larvas, mas reduziu de forma significativa o canibalismo e a sobrevivência larval.

Em futuros estudos, a combinação da suplementação da ração com os dois aminoácidos deverá ser estudada, além de que a síntese dos hormônios deverá ser monitorada para confirmar a ação indireta da tirosina e do triptofano no desenvolvimento inicial do matrinxã.

A partir dos resultados obtidos, sugere-se o uso de ração suplementada com tirosina e triptofano na larvicultura do matrinxã.