

Influência da astaxantina sintética na coloração de filés de matrinxãs (*Brycon cephalus*) criados em viveiro

Maria Angélica Rosa RIBEIRO¹, Sergio Araújo ANTUNES² & Marcelo WATANABE²

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da astaxantina sintética na coloração dos filés de *Brycon cephalus* criados em cativeiro. O experimento foi conduzido no CEPTA/IBAMA no período de dezembro/1999 a abril/2000. Foram utilizados 400 matrinxãs com peso médio de 259,5 g \pm 21,5 g. Em duas unidades experimentais, foi administrado o tratamento A (ração sem astaxantina) e, nas outras duas, o tratamento B (ração com 4 mg de astaxantina sintética/kg de ração). Foram registrados os valores de peso, comprimento total, peso eviscerado e filetado. Os filés foram avaliados quanto à coloração por meio de espectro-colorímetro. Observou-se coloração rósea dos filés no tratamento B. A astaxantina sintética na concentração de 4 mg/kg de ração proporciona coloração rósea aos filés de matrinxã, mas não interfere no crescimento dos peixes.

Palavras-chave: *Brycon cephalus*; Matrinxã; Astaxantina; Filé de Peixe; Coloração.

ABSTRACT

Influence of the synthetic astaxanthin in the coloration of fillets of matrinxã (*Brycon cephalus*) reared in fishpond

The objective of this work was to evaluate the influence of synthetic astaxanthin in the coloration of the fillets of *Brycon cephalus* under culture

1. Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais – CEPTA/IBAMA, Rod. Prefeito Euberto Nemésio Pereira de Godoy, km 6,5, CEP 13630-970, Pirassununga, SP.
2. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP, Av. Duque de Caxias Norte, 225, CEP 13635-900, Pirassununga, SP.

conditions. The experiment was carried out at CEPTA/IBAMA, in the period from December/1999 to April/2000. Four hundred matrinxãs with average weight of $259.5 \text{ g} \pm 21.5 \text{ g}$. Two groups were fed a ration without astaxanthin (treatment A), and two other groups received a ration with 4 mg astaxanthin/kg ration (treatment B). Were registered the values of weigh, total length, eviscerated and filleted weight. The fillets were evaluated regarding the coloration, by means of a spectrophotometer. Were observed a pink coloration of the fillets in the treatment B. The synthetic astaxanthin in the concentration of 4 mg/kg of ration provide a pink coloration to the matrinxã fillets, but it does not interfere in the growth of fish.

Key words: *Brycon cephalus*; Matrinxã; Astaxanthin; Fillet of fish; Coloration.

INTRODUÇÃO

Na natureza, a coloração característica do filé e da pele de alguns peixes é conferida por meio da absorção e deposição de pigmentos (carotenóides) presentes no alimento natural. Sob condições de sistema de criação em viveiro, a disponibilidade de alimento natural é escassa, sendo necessária a adição de pigmentos naturais ou sintéticos na ração para garantir a pigmentação desejada dos filés e da pele dos peixes (Kubitza, 2000).

Muitos autores comprovaram a eficiência da astaxantina sintética para pigmentar a carne dos salmonídeos, sendo esta fonte mais utilizada na salmônica (Foss et al., 1984; Torrissen, 1989; March et al., 1990; Storebakken et al., 1993; Bjerkeng et al., 1999) e na truticultura (Al-Khalifa & Simpson, 1988; Roche, 1993).

Dentre as espécies nacionais de importância econômica utilizada na pesquisa em piscicultura destaca-se o matrinxã (*Brycon cephalus*) da bacia Amazônica. Esta espécie tem recebido maior atenção na pesquisa, com o objetivo de viabilizá-la para piscicultura (Castagnolli, 1992).

O matrinxã é um peixe onívoro, aceitando ração quando criado em cativeiro; em ambiente natural apresenta coloração rosada no filé (Castagnolli, 1979). A incorporação de pigmentos carotenóides na ração pode acentuar a coloração dos filés de matrinxãs, apresentando melhorias na sua forma de apresentação para o mercado consumidor (Fosse, 1998).

O presente trabalho teve por objetivo estudar a influência da astaxantina sintética na coloração dos filés de matrinxã criado em viveiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados juvenis de matrinxãs (*Brycon cephalus* Günther, 1869) provenientes de uma mesma desova do Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais (CEPTA/IBAMA). Até atingirem o tamanho desejado, os peixes foram mantidos, durante três meses, em tanques de 400 m² (20 m x 20 m), com profundidade média de 1,80 m e fluxo de água contínuo suficiente para manter o seu nível. Esses peixes foram estocados na densidade de 200 g/m² e alimentados ad libitum, até o início do experimento, com ração extrusada contendo 27% de proteína bruta (PB).

O experimento foi conduzido no CEPTA/IBAMA, localizado em Pirassununga, SP, nas coordenadas 21° 56' 17" S e 47° 22' 33" W, a aproximadamente 575 m acima do nível do mar. Foi utilizado um viveiro de 1.000 m² (20 m x 50 m x 1,5 m), com entrada e saída de água oposta longitudinalmente, sendo a saída realizada pelo sistema de monge.

Antes do início do experimento, o viveiro foi esvaziado e exposto à radiação solar por um período de 20 dias. O mesmo foi seccionado em quatro partes de 250 m², com tela plástica com malha de 30 mm de lado e 2 m de altura, enterrada no solo a 20 cm de profundidade.

Após a divisão foi feita a limpeza para eliminação de plantas que, caso ingeridas, poderiam interferir na alimentação e na coloração dos peixes no decorrer do experimento. Em seguida o viveiro foi povoado com 100 matrinxãs em cada unidade experimental.

Foram utilizados 400 matrinxãs com peso médio de 259,5 g ± 21,5 g. Todos os peixes foram mantidos sob densidade de estocagem de aproximadamente 100 g/m² e foram distribuídos aleatoriamente 100 indivíduos em cada compartimento. Em dois compartimentos foi administrado o tratamento A, que consistiu em ração sem astaxantina, e, nos outros dois, foi administrado o tratamento B, em ração com astaxantina sintética. Esse experimento foi conduzido de 20 de dezembro de 1999 a 10 de abril de 2000.

A ração foi formulada com 31% de PB na matéria seca com auxílio do programa ALITE®. Os ingredientes foram misturados (sem adição de óleo), extrusados e acondicionados em sacos de ráfia e estocados a temperatura ambiente.

À ração do tratamento A (sem astaxantina) foram adicionados 2% de óleo de soja utilizando-se um misturador marca Hobart, com capacidade para 20 kg. A ração do tratamento B recebeu a mesma quantidade de óleo de soja, adicionado

de 4 mg de astaxantina sintética/kg de ração, correspondente a 50 mg de Carophyll Pink 8%/kg de ração (Hoffmann La Roche®). A adição de óleo de soja foi feita semanalmente, e a ração foi acondicionada em sacos plásticos de polietileno com capacidade de 50 kg e foi conservada em geladeira, para que não houvesse interferência da temperatura e da luz na degradação do pigmento. A composição da ração está apresentada na Tabela I.

TABELA I Composição da ração para o matrinxã (*Brycon cephalus*).

Ingredientes	%
Farinha de peixe	10,0
Farelo de soja	30,0
Farelo de trigo	26,0
Farelo de algodão	6,0
Farelo de milho	25,6
Premix vitamínico e mineral ¹	0,4
Óleo de soja	2,0

¹ Fabricado pela Multimix.

Os peixes estocados no viveiro passaram por um período de três dias de aclimatação, sendo alimentados com ração extrusada sem adição de óleo. Durante o experimento, o alimento foi fornecido ad libitum, sendo a ração oferecida uma vez ao dia, às 16 horas, registrando-se diariamente o consumo de alimento.

As biometrias foram realizadas a cada 28 dias, com o tamanho da amostra estabelecido com base no erro-padrão da média do comprimento total ($s/n^{1/2}$). Em cada tratamento foram amostrados 80 peixes, sendo 40 exemplares de cada compartimento. Após a captura, os peixes foram tranquilizados com 2-Phenoxyethanol (2 ml/10 litros de água). Para registro de dados de comprimento total foi utilizado um ictiômetro graduado em mm, e para o peso total foi utilizada balança analógica Pensylvania com precisão de 1 g. Após a biometria, foram retidos aleatoriamente para análise cinco peixes de cada compartimento, e os demais foram devolvidos às instalações experimentais de origem.

Os peixes, após a biometria, foram sacrificados por choque térmico, utilizando gelo, e mantidos em caixa de isopor. Os exemplares foram levados para o Laboratório de Nutrição do CEPTA, processados, registrando-se peso e comprimento total de cada indivíduo, e em seguida foram escamados, eviscerados e filetados. Foram registrados o peso do peixe eviscerado e o peso dos filés para cálculos de rendimento.

Após processamento, os filés foram marcados, acondicionados em sacos plásticos e armazenados em freezer à temperatura de -20°C . Após a última amostragem, todos os filés foram descongelados para medição da coloração.

Para o descongelamento, os filés foram retirados do freezer e armazenados em refrigerador a uma temperatura de 4°C , por um período de 16 h; em seguida, foram retirados das embalagens, seguindo a ordem de amostragem, e realizadas as medições de cor, por intermédio de método objetivo usando um espectrocolorímetro MiniScan XE (Hunter Lab) conectado a um microcomputador, nas escalas L^* (luminosidade), a^* (cromaticidades vermelha e verde) e b^* (cromaticidades amarela e azul). Todas as leituras foram feitas no período da manhã.

Foram realizadas medidas de coloração na parte interna do filé, em pontos acima da linha lateral, sendo um no dorso (P1) e outro próximo à nadadeira caudal (P2).

Durante o período experimental foram monitoradas diariamente, aproximadamente às 9 horas da manhã, as variáveis temperatura e oxigênio dissolvido. Quinzenalmente foram feitas coletas de água próximas ao monge para determinação de alcalinidade total, pH, dureza total e amônia. A água foi coletada com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, com capacidade para 2,2 l. As amostras foram transferidas para frascos de polietileno com tampa de rosca e mantidas em refrigeração até o instante da análise.

A temperatura da água e o oxigênio dissolvido (OD) foram medidos com o auxílio de uma sonda acoplada ao medidor de oxigênio YSI 57.

A alcalinidade total e a dureza total da água foram determinadas pelos métodos descritos por Boyd (1981), e o pH, utilizando-se potenciômetro digital do tipo B278 da Micronal. As concentrações de amônia foram obtidas por espectrofotometria.

Utilizando-se os dados registrados nas biometrias, foram calculados:

Ganho de peso diário (GPD):

$$\text{GPD} = (\text{peso final} - \text{peso inicial})/\text{tempo em dias}$$

Conversão alimentar (CA)

$$\text{CA} = \text{peso do alimento consumido (kg)}/\text{ganho de peso (kg)}$$

Índice de crescimento específico (ICE)

$$\text{ICE} = 100 (\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial})/\text{tempo}$$

Para comparação de coloração entre os tratamentos foi empregado o teste t de Student, em nível de significância de 5%.

RESULTADOS

As médias mensais de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade total, dureza total e amônia estão apresentados na Tabela II. As temperaturas no período de janeiro a março foram mais elevadas em relação ao mês de abril.

TABELA II Valores médios mensais (\pm desvio-padrão) das variáveis limnológicas do viveiro experimental, entre janeiro e abril/2000.

Período	Temperatura (°C)	OD (mg/l)	pH (unidade)	Alcalinidade total (mg/l)	Dureza total (mg/l)	Amônia (mg/l)
Janeiro	27,9 \pm 1,7	4,5 \pm 1,0	6,2 \pm 0,2	12,0 \pm 1,4	8,5 \pm 0,7	0,1 \pm 0,0
Fevereiro	27,8 \pm 1,6	4,1 \pm 0,6	6,6 \pm 0,2	9,0 \pm 0,0	6,0 \pm 1,4	0,1 \pm 0,0
Março	26,2 \pm 0,8	5,4 \pm 0,5	6,3 \pm 0,1	9,5 \pm 0,7	6,9 \pm 0,1	0,1 \pm 0,0
Abril	24,9 \pm 1,8	5,6 \pm 0,8	6,3 \pm 0,0	9,5 \pm 2,1	7,5 \pm 2,1	0,1 \pm 0,0

Na Tabela III estão apresentados os valores médios para comprimento total (L_t) e peso total (W_t) dos matrinxãs em cada biometria.

TABELA III Número de peixes amostrados (n), valores médios de comprimento total (L_t) e peso (W_t) (\pm desvio-padrão) dos matrinxãs (*Brycon cephalus*) submetidos aos tratamentos A (sem astaxantina) e B (com astaxantina).

Período	n	Tratamento A		n	Tratamento B	
		L_t (cm)	W_t (g)		L_t (cm)	W_t (g)
Dez/99	69	25,5 \pm 1,5	251,0 \pm 40,1	65	26,3 \pm 1,3	272,3 \pm 34,1
Jan/2000	80	29,0 \pm 1,2	386,8 \pm 47,6	80	29,6 \pm 1,2	404,8 \pm 52,5
Fev/2000	80	30,8 \pm 1,0	451,9 \pm 53,8	80	31,0 \pm 1,0	464,1 \pm 53,9
Mar/2000	80	31,4 \pm 1,0	486,6 \pm 55,5	80	32,0 \pm 1,0	502,2 \pm 54,2
Abr/2000	80	31,7 \pm 1,1	483,2 \pm 56,0	80	32,3 \pm 1,2	502,6 \pm 54,2

Nas Tabelas IV e V estão apresentados os valores médios de peso e rendimento dos *Brycon cephalus* eviscerados e filés submetidos, respectivamente, às dietas sem e com adição de astaxantina.

A Tabela VI apresenta os valores de ganho de peso diário, conversão alimentar e índice de crescimento específico dos matrinxãs dos tratamentos A e B.

Os valores desfavoráveis de desempenho do matrinxã no mês de abril (Tabela VI) podem ter sido causados pela diminuição da temperatura da água (Tabela II).

TABELA IV Número de peixes amostrados (n), peso médio (W_t) e rendimento (\pm desvio-padrão) dos matrinxãs (*Brycon cephalus*) submetidos ao tratamento A (sem astaxantina).

Período	n	W_t (g)			Rendimento (%)	
		Inteiro	Eviscerado	Filé	Eviscerado	Filé
Janeiro	10	378,8 \pm 40,6	308,9 \pm 31,5	186,0 \pm 22,9	81,8 \pm 5,4	49,1 \pm 3,6
Fevereiro	10	462,3 \pm 44,9	391,8 \pm 37,4	256,0 \pm 24,1	84,8 \pm 0,7	55,4 \pm 1,1
Março	10	466,9 \pm 42,9	401,6 \pm 34,9	230,7 \pm 22,5	86,1 \pm 1,8	49,4 \pm 1,6
Abril	10	468,3 \pm 41,8	404,8 \pm 34,6	237,4 \pm 24,3	86,5 \pm 1,4	50,7 \pm 1,8

TABELA V Número de peixes amostrados (n), peso médio (W_t) e rendimento (\pm desvio-padrão) dos matrinxãs (*Brycon cephalus*) submetidos ao tratamento B (com astaxantina).

Período	n	W_t (g)			Rendimento (%)	
		Inteiro	Eviscerado	Filé	Eviscerado	Filé
Janeiro	10	412,5 \pm 50,9	335,1 \pm 41,5	210,1 \pm 28,0	81,2 \pm 1,2	50,9 \pm 1,3
Fevereiro	10	457,0 \pm 40,8	382,2 \pm 34,3	244,9 \pm 23,9	83,6 \pm 1,0	53,6 \pm 1,8
Março	10	488,1 \pm 56,4	422,8 \pm 43,9	250,9 \pm 33,1	86,8 \pm 2,0	51,3 \pm 1,8
Abril	10	471,6 \pm 41,7	415,9 \pm 34,8	242,0 \pm 23,9	88,2 \pm 1,4	51,3 \pm 1,6

TABELA VI Valores médios para ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA) e índice de crescimento específico (ICE) de matrinxãs (*Brycon cephalus*) submetidos aos tratamentos A (sem astaxantina) e B (com astaxantina).

Período	Tratamento A (sem astaxantina)			Tratamento B (com astaxantina)		
	GPD (g/dia)	CA	ICE	GPD (g/dia)	CA	ICE
Janeiro	4,85	1,98	1,544	4,73	2,07	1,416
Fevereiro	2,33	2,35	0,556	2,12	2,66	0,488
Março	1,24	2,49	0,264	1,36	2,10	0,282
Abril	-0,12	-15,53	0,000	0,02	135,14	0,003

Os valores médios de L^* (luminosidade), a^* (cromaticidade vermelha e verde) e b^* (cromaticidade amarela e azul) dos filés de matrinxãs criados em viveiro estão representados na Fig. 1.

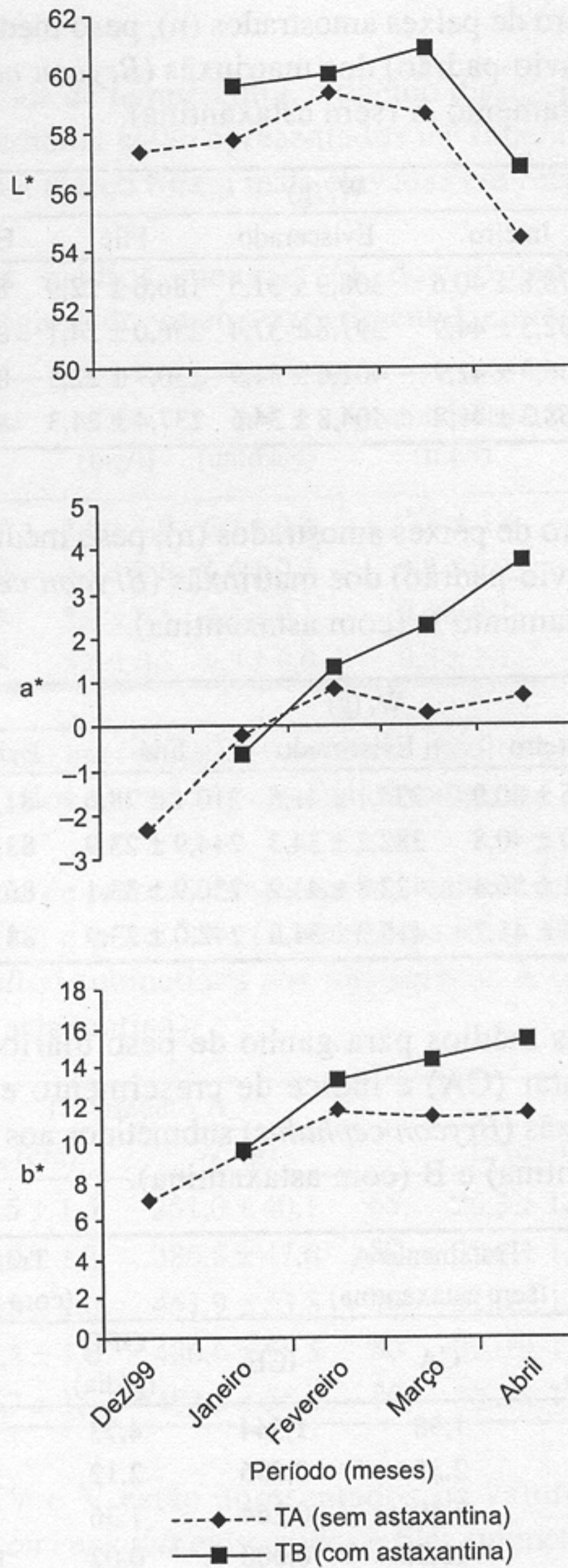


Fig. 1 – Variação dos valores de L* (luminosidade), a* (cromaticidade vermelha e verde) e b* (cromaticidade amarela e azul) da cor dos filés obtidos de exemplares de matrinxã (*Brycon cephalus*) submetidos aos tratamentos A (sem astaxantina) e B (com astaxantina).

Houve aumento das cromaticidades a^* e b^* a partir da terceira amostragem, sendo significativamente influenciada pela incorporação da cor ($P < 0,05$), dando aos filés dos exemplares de matrinxã (tratamento B) aumento em sua coloração, conforme observado na Tabela VII.

DISCUSSÃO

Os valores médios da temperatura da água, monitorada no viveiro durante toda a fase de criação dos matrinxãs, foram equivalentes nos dois tratamentos, ocorrendo no mês de abril diminuição da temperatura e, em consequência, redução no consumo de ração pelos peixes. Resultados semelhantes foram obtidos por Martin (1998), com a piraputanga (*Brycon hilarii*), no mesmo local.

Ceccarelli et al. (2000) consideram que a temperatura da água é um dos principais fatores que afetam o desenvolvimento e a vida dos peixes. Todas as atividades fisiológicas (respiração, digestão, reprodução, excreção, alimentação, movimentação, defesa imunológica etc.) estão intimamente ligadas à temperatura da água. Para a maioria dos peixes tropicais brasileiros, a faixa térmica ideal é de 24°C a 30°C. Castagnolli & Cyrino (1986) relatam que a temperatura constitui-se também em importante fator de controle do metabolismo dos peixes, especialmente no que se refere à ingestão de alimentos, reduzindo a alimentação quando a temperatura está abaixo ou acima da faixa ideal para cada espécie.

Durante o período experimental, as concentrações médias mensais de oxigênio dissolvido (OD) na água do viveiro permaneceram na faixa adequada para o sistema de criação (Tabela II).

Galli (1981) relata que os nossos peixes de piracema necessitam de concentrações mínimas de OD em torno de 4,5 mg/l. Fosse (1998), trabalhando com matrinxã (*Brycon cephalus*), registrou valores de oxigênio dissolvido menores que 3 mg/l, mas, mesmo assim, os peixes não pararam de se alimentar, resistindo a concentrações mínimas de oxigênio. Proença & Bittencourt (1994) relatam que teores de oxigênio dissolvido (OD) entre 3 e 5 mg/l são considerados suportáveis e acima de 5 mg/l, níveis ótimos.

Ceccarelli et al. (2000) relatam que, num cultivo semi-intensivo com a matrinxã, valor de OD acima de 3,0 mg/l é o suficiente para a criação. Segundo Sipaúba-Tavares (1995), a concentração ideal de oxigênio dissolvido para a criação de organismos aquáticos está na faixa de 4 a 6 mg/l, para as condições experimentais de campo. Os valores de pH mantiveram-se estáveis, em níveis toleráveis para os peixes, assim como a alcalinidade total, a dureza total e a amônia, conforme recomendados por vários autores (Proença & Bittencourt, 1994; Ceccarelli et al., 2000; Kubitzka, 2000).

TABELA VII Valores médios de L* (luminosidade), a* (cromaticidade vermelha e verde) e b* (cromaticidade amarela e azul) dos filés de matrinxã (*Brycon cephalus*), dos tratamentos A (sem astaxantina) e B (com astaxantina).

Tratamento	Amostragem											
	1			2			3			4		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
A	57,7 ^a	0,2 ^a	9,5 ^a	59,4 ^a	1,4 ^a	11,7 ^a	58,6 ^a	0,5 ^a	11,5 ^a	54,4 ^a	0,8 ^a	11,6 ^a
B	59,6 ^a	-0,6 ^a	9,6 ^a	60,0 ^a	1,3 ^a	13,3 ^a	60,8 ^a	2,3 ^b	14,4 ^b	56,8 ^a	3,7 ^b	15,3 ^b

Valores com letras diferentes, nas colunas, indicam diferença significativa ($P < 0,05$).

Foram calculados os índices de desempenho ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA) e índice de crescimento específico (ICE). Os peixes consumiram mais ração nos três primeiros meses de criação, estando esses valores relacionados com as maiores médias de temperatura da água, havendo diminuição do consumo no último mês (abril), no qual a temperatura da água diminuiu. Nesse mês observou-se paralisação no crescimento dos peixes, semelhante ao que foi encontrado por Martin (1998) trabalhando com piraputanga (*Brycon hilarii*) e Fosse (1998) com matrinxã (*Brycon cephalus*).

Os valores médios para rendimento de peixe eviscerado foram semelhantes nos dois tratamentos, similar aos resultados encontrados por Martin (1998).

Os dois tratamentos foram semelhantes quanto ao rendimento de filé, o que demonstra que a ração com astaxantina não influenciou os rendimentos dos filés dos peixes. Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Martin (1998) com a piraputanga (*Brycon hilarii*).

Mandelli & Lona (1979, 1980a,b), trabalhando com a composição física e química da carne de peixe, observaram que o rendimento em filés da pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*) foi de 39%, da corvina (*Micropogon furnieri*), 37%, e do goete (*Cynoscion petranus*), 32%. Comparando esses valores com os obtidos no presente estudo, nota-se que o rendimento no filé de matrinxã foi superior.

Os filés dos matrinxãs (*Brycon cephalus*) criados com ração sem adição de astaxantina não ficaram pigmentados, visto que os índices de coloração nas escalas L^* , a^* e b^* se apresentaram com tonalidade mais clara, de cor amarela. Observando a coloração dos filés dos peixes alimentados com ração contendo astaxantina, a luminosidade (L^*) foi diminuindo à medida que os valores médios de intensificação das cromaticidades a^* e b^* foram aumentando nas cromaticidades amarela (b^*) e vermelha (a^*), resultando coloração rósea. Esses resultados indicam que matrinxã metaboliza e deposita os carotenóides na fase de recria. Dados semelhantes foram relatados por Martin (1998) com piraputanga.

Em relação ao crescimento em comprimento e peso, observou-se aumento gradativo dentro de cada tratamento, em função da duração do período experimental. Entretanto, nos meses de março e abril registram-se desacelerações no crescimento. Observou-se perda em peso nos exemplares do tratamento A no último mês de criação. É nítida a influência direta da diminuição da temperatura da água na redução do crescimento do peixe nessa época do ano.

CONCLUSÃO

Este estudo permite concluir que a utilização de 4 mg de astaxantina sintética/kg de ração proporciona pigmentação dos filés de matrinxã, conferindo a estes coloração rósea.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao técnico Donizetti Aparecido Ribeiro, pela ajuda nas inúmeras análises limnológicas, ao Dr. José Sávio Colares de Melo, pelas críticas e sugestões ao manuscrito do trabalho, e ao Dr. José Augusto Senhorini, pela ajuda em todos os momentos.

REFERÊNCIAS

- AL-KHALIFA, A.S.; SIMPSON, K.L. Metabolism of astaxanthin in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Comp. Biochem. Physiol.*, v. 91 B, n. 3, p. 563-568, 1988.
- BJERKENG, B.; HATLEN, B.; WATHNE, E. Deposition of astaxanthin in fillets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with herring, capelin, sandeel, or Peruvian high PUFA oils. *Aquaculture*, v. 180, p. 107-319, 1999.
- BOYD, C.E. *Water quality in ponds for Aquaculture*. Auburn: Auburn University, 1981. p. 131-161.
- CASTAGNOLLI, N. *Fundamentos de nutrição de peixes*. Piracicaba: Livroceres, 1979. 107 p.
- CASTAGNOLLI, N. *Piscicultura de água doce*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 189 p.
- CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J.E.P. *Piscicultura nos trópicos*. São Paulo: Manole, 1986. p. 2-8; 152.
- CECCARELLI, P.S.; SENHORINI, J.A.; VOLPATO, G. *Dicas em piscicultura: perguntas e respostas*. Botucatu: Santana Gráfica Editora, 2000. 247 p.
- FOSS, P.; STOREBAKKEN, T.; SCHIETD, K. Carotenoides en dietas para salmonidos. I. Pigmentación de la trucha arco iris con los isómeros ópticos individuales de astaxantina en comparación con cantaxantina. *Aquaculture*, v. 41, p. 213-226, 1984.
- FOSSE, P.J. *Engorda do matrinxã (Brycon cephalus) com inclusão de feno de alfafa em rações: crescimento, pigmentação e rendimentos*. Pirassununga, 1998. 65 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.
- GALLI, L.F. *Introdução à piscicultura*. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 77 p.
- KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí, 2000. 289 p.
- MANDELLI, M.Q.; LONA, F.B. Composição física e composição em princípios químicos imediatos da carne (filés), em *Macrodon ancylodon* (BLOCH, 1801)*. *Bol. Inst. Pesca*, v. 6, p. 61-92, 1979.
- MANDELLI, M.Q.; LONA, F.B. Composição física e composição em princípios químicos imediatos da carne (filés) de goete, *Cynoscion petranus* (RIBEIRO, 1915) LARA, 1948*. *Bol. Inst. Pesca*, v. 7, p. 41-74, 1980a.
- MANDELLI, M.Q.; LONA, F.B. Composição física e composição em princípios químicos imediatos da carne (filés) de corvina *Micropogon furnieri* (DESMAREST, 1822)*. *Bol. Inst. Pesca*, v. 7, p. 11-40, 1980b.

MARCH, B.E.; HAJEN, W.E.; DEACON, G.; MACMILLAN, C.; WALSH, M.G. Intestinal absorption of astaxanthin, plasma astaxanthin concentration, body weight, and metabolic rate as determinants of flesh pigmentation in salmonid fish. *Aquaculture*, v. 90, p. 313-322, 1990.

MARTIN, S. *Criação de piraputanga (Brycon cf. hilarii) em viveiros, Pirassununga/SP: desenvolvimento, rendimento e pigmentação com astaxantina sintética*. Pirassununga, 1998. 67 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. *Manual de piscicultura tropical*. Brasília: IBAMA, 1994. 195 p.

ROCHE, F.H. 1a. Pigments for finfish: keeping salmon and trout “in the pink”. *Feed Int.*, p. 14-15, 1993.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. *Limnologia aplicada à piscicultura*. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 70 p.

STOREBAKKEN, T.; NO, H.K.; CHOUBERT, G. Interrelationship between astaxanthin and vitamin A in Atlantic salmon. In: *Fish nutrition in practice*. Paris: INRA, 1993. (Les Colloques, n. 61).

TORRISSEN, O.J. Pigmentation of salmonids: interactions of astaxanthin and canthaxanthin on pigment deposition in rainbow trout. *Aquaculture*, v. 79, p. 363-374, 1989.