

LIDIANE DA SILVA NASCIMENTO

CÚRCUMA (*Curcuma longa*) EM DIETAS PARA JUVENIS DE *Trichogaster labiosa*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

N244c
2013

Nascimento, Lidiane da Silva, 1987-
Cúrcuma (*Curcuma longa*) em dietas para juvenis de
Trichogaster labiosa / Lidiane da Silva Nascimento. – Viçosa,
MG, 2013.
x, 47f. : il. (algumas color.) ; 29cm.

Orientador: Jener Alexandre Sampaio Zuanon
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Peixe ornamental - Alimentação e rações. 2. Cor dos
animais. 3. Cúrcuma. 4. Peixe - Cor. 5. Peixe ornamental -
Crescimento. 6. Pigmentos animais. 6. Variação de cor
(Biologia). I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Biologia Animal. Programa de Pós-Graduação em Biologia
Animal. II. Título.

CDD 22. ed. 597.7

LIDIANE DA SILVA NASCIMENTO

CÚRCUMA (*Curcuma longa*) EM DIETAS PARA JUVENIS DE *Trichogaster labiosa*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de fevereiro de 2013.


Ronald Kennedy Luz


Ana Lúcia Salaro
(Coorientadora)


Jener Alexandre Sampaio Zuanon
(Orientador)

A Deus, meu amigo, pai e inspiração!

*Aos meus pais **Cristiniana e Francisco**; aos meus irmãos **Robson, Clarice e Bruna**
pelo incentivo, amizade e amor!*

*A minha avó **Idalina (in memória)**, que esteve sempre presente, pelo amor e apoio
em tudo!*

*A **Cláudia Maria Reis Raposo Maciel e Alaor Maciel Júnior** e a todos que estão
conectados aos mesmos, pelo apoio nas minhas decisões e recepção em Viçosa!*

AGRADECIMENTOS

A **Universidade Federal de Viçosa (UFV)** por intermédio do Departamento de Biologia Animal, pela oportunidade de realização deste curso.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Jener Alexandre Sampaio Zuanon**, pela dedicação e apoio durante o processo de mudança para Viçosa e durante minha permanência. Pela disponibilidade em me orientar, nos assuntos acadêmicos e não acadêmicos. Agradeço pela presença e cuidado em todas as etapas o processo de realização do experimento, pela disponibilidade que sempre teve em sentar e repassar seu conhecimento, esclarecer as dúvidas e me ajudar a pensar sob várias perspectivas. Foi ótimo o período de convivência e aprendi muito com as pesquisas e com sua dedicação em ouvir e cuidar do próximo.

A minha coorientadora **Prof^ª Dr^ª Ana Lúcia Salaro**, por compartilhar suas experiências práticas na área da piscicultura e pelo ensino didático, possibilitando aprender uma postura adequada diante de um público e bancas de seleções, a fim de conseguir o sucesso futuro.

Aos membros da banca examinadora: **Ana Lúcia Salaro e Ronald Kenned Luz**, pela disponibilidade, comentários e sugestões.

Aos professores das disciplinas que cursei: **Jener Alexandre Sampaio Zuanon, Ana Lúcia Salaro, Sérgio Luis Pinto da Matta e Jorge Abdala Dergam dos Santos** e aos professores da disciplina Zoologia geral (Estágio da bolsa), pelo conhecimento compartilhado, compreensão e apoio.

Aos colegas e amigos de laboratório **Pollyanna de Moraes França Ferreira, Diogo Magalhães da Veiga Moreira, Sendy Moreira Reis, Márcio Yoshiyuki Kanashiro, Verônica Siman, Frederico Werneck Lima, Juliana Gomes e Marcelo Duarte Pontes** pela amizade, disponibilidade e ajuda total na realização do experimento.

Aos colegas e amigos de mestrado: **Charlene da Penha Neves, Susana Puga Ribeiro, Cristina Martins Simões Carvalho, Helberth José Cardoso Peixoto, Leandro Braga Godinho, Amara Manarino Andrade Goulart, Leila Cristina Rosa de Lins e Érica Santiago**, pelos bons momentos e experiências compartilhadas.

Aos funcionários da morfofisiologia **Donizete Aparecido da Silva e José Geraldo Alvez** pela disponibilidade em ajudar nos preparativos de montagem e desmontagem do experimento.

Aos meus pais **Cristiniana da Silva Nascimento e Francisco Libanio Nascimento Filho** pelo amor, apoio total, conselhos, amizade, orações e confiança.

A meu irmão **Robson da Silva Nascimento** e sua esposa **Suely Silva Souza**, a minha irmã **Clarice da Silva Nascimento** e seu esposo **Alexsandro Alves Soares**, e minha irmã **Bruna da Silva Nascimento**, pelo companheirismo, amizade, amor, incentivo e apoio em minhas decisões.

A minha avó **Idalina Maria de Jesus**, minhas tias **Marinalva, Vitória e Maria da Graças** pelo grande incentivo, amor, orações e apoio durante minha vinda para Viçosa.

Aos professores da graduação que tiveram um papel importante na transição para a pós-graduação. Aos meus orientadores da graduação, **Cláudia Maria Reis Raposo Maciel** e **Alaor Maciel Júnior** pelo apoio total na minha mudança para Viçosa e indicação de pessoas maravilhosas que conheci aqui, que foram essenciais para minha adaptação na cidade.

Aos meus amigos na Bahia, meus amigos de graduação sempre lembro de vocês com muito carinho, obrigada pela convivência e amizade.

Enfim, agradeço a todos que conheci em Viçosa, conhecer cada um de vocês foi essencial para conduzir mais uma fase importante da minha vida.

BIOGRAFIA

Lidiane da Silva Nascimento nasceu em 29 de março de 1987 em Itapetinga - BA, Brasil. Filha de Cristiniana da Silva Nascimento e Francisco Libanio Nascimento Filho.

Em Janeiro de 2011 graduou em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Em Fevereiro de 2011 ingressou no Programa de Pós Graduação em Biologia Animal, nível mestrado da Universidade Federal de Viçosa.

Em dezembro de 2012 foi aprovada no processo seletivo do Programa de Pós Graduação em Biologia Celular e Estrutural, nível doutorado da Universidade Federal de Viçosa, para ingresso em 01 de abril de 2013.

Em 21 de fevereiro de 2013 defendeu sua dissertação de Mestrado intitulada: *Cúrcuma (Curcuma longa)* em dietas para juvenis de *Trichogaster labiosa*.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
CÚRCUMA (<i>Curcuma longa</i>) EM DIETAS PARA JUVENIS DE <i>Trichogaster labiosa</i>	01
Resumo	02
Introdução	03
Material e Métodos	05
Resultado e Discussão	12
Conclusões	36
Referências	37

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: Regiões do corpo dos peixes onde foram mensurados os índices de coloração da pele de <i>Trichogaster labiosa</i> em função dos pigmentos presentes nas dietas teste.	09
FIGURA 2: Ganho de peso de <i>Trichogaster labiosa</i> alimentados com dietas suplementadas com rizoma de <i>Curcuma longa</i> .	14
FIGURA 3: Comprimento final de <i>Trichogaster labiosa</i> alimentados com dietas suplementadas com rizoma de <i>Curcuma longa</i> .	14
FIGURA 4: Taxa de crescimento específico de <i>Trichogaster labiosa</i> alimentados com dietas suplementadas com rizoma de <i>Curcuma longa</i> .	15
FIGURA 5: Consumo de ração aparente de <i>Trichogaster labiosa</i> alimentados com dietas suplementadas com rizoma de <i>Curcuma longa</i> .	15
FIGURA 6: pH da água dos aquários de <i>Trichogaster labiosa</i> alimentados com dietas suplementadas com rizoma de <i>Curcuma longa</i> .	20
FIGURA 7: Oxigênio dissolvido da água dos aquários de <i>Trichogaster labiosa</i> alimentados com dietas suplementadas com rizoma de <i>Curcuma longa</i> .	20
FIGURA 8: Índice de coloração ciano da região dorsal de machos de <i>Trichogaster labiosa</i> alimentados com dietas suplementadas com rizoma de <i>Curcuma longa</i> .	23
FIGURA 9: Índice de coloração magenta da região dorsal de machos de <i>Trichogaster labiosa</i> alimentados com dietas suplementadas com rizoma de <i>Curcuma longa</i> .	23
FIGURA 10: pH da água após transporte de <i>Trichogaster labiosa</i> alimentados com dietas suplementadas com rizoma de <i>Curcuma longa</i> .	35

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1: Formulação e composição químico-bromatológica calculada das dietas experimentais	06
TABELA 2: Valores médios das variáveis de desempenho produtivo e índices corporais de <i>Trichogaster labiosa</i> em função dos diferentes pigmentos presentes nas dietas teste	13
TABELA 3: Valores médios das variáveis de qualidade de água de <i>Trichogaster labiosa</i> em função dos diferentes pigmentos presentes nas dietas teste	21
TABELA 4: Valores médios do arco seno dos índices de coloração no padrão CMYK das regiões ventral e dorsal da pele de machos e fêmeas de <i>Trichogaster labiosa</i> em função dos pigmentos presentes nas dietas teste	26
TABELA 5: Valores médios do arco seno dos índices de coloração no padrão CMYK das regiões ventral e dorsal da pele de machos de <i>Trichogaster labiosa</i> em função dos pigmentos presentes nas dietas teste, antes e depois do transporte	30
TABELA 6: Valores médios do arco seno dos índices de coloração no padrão CMYK das regiões ventral e dorsal da pele de fêmeas de <i>Trichogaster labiosa</i> em função dos pigmentos presentes nas dietas teste, antes e depois do transporte.	32
TABELA 7: Valores médios das concentrações de lactato e glicose sanguíneos de <i>Trichogaster labiosa</i> em função dos diferentes pigmentos presentes nas dietas teste após transporte	34
TABELA 8: Valores médios das variáveis de qualidade de água após transporte de <i>Trichogaster labiosa</i> em função dos diferentes pigmentos presentes nas dietas teste	35

RESUMO

NASCIMENTO, Lidiane da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2013. **Cúrcuma (*Curcuma longa*) em dietas para juvenis de *Trichogaster labiosa***. Orientador: Jener Alexandre Sampaio Zuanon. Coorientadora: Ana Lúcia Salaro.

A pigmentação da pele dos peixes ornamentais é uma das principais características determinantes de seu valor de mercado. Durante o processo de produção e comercialização, os peixes ornamentais são expostos a fatores desencadeantes de estresse como captura, triagem e flutuações na qualidade da água, que causam redução na coloração da pele. Para promover e manter a coloração da pele é preciso usar dietas que contenham pigmentos, uma vez que os peixes não têm capacidade para sintetizá-los. Dentre as fontes naturais de pigmentos, a cúrcuma (*Curcuma longa*) destaca-se por apresentar pigmentos amarelo-alaranjados. Em função das propriedades anti-oxidante, antimicrobiana e imunoestimulante a cúrcuma também apresenta potencial como promotor de crescimento e redutor das respostas de estresse. Portanto, com o presente estudo objetivou-se avaliar os efeitos da cúrcuma em dietas para *Trichogaster labiosa* como promotor de crescimento, pigmentante da pele e redutor das respostas de estresse. Foram utilizadas cinco dietas contendo 0,0; 1,0; 5,0; 10,0; 25,0 g de rizoma de cúrcuma em pó/kg de ração e uma dieta, considerada controle positivo, contendo fubá de milho e glúten de milho como fonte de carotenóides. Em geral, houve redução do consumo de ração e do crescimento dos peixes (ganho de peso, taxa de crescimento específico e comprimento final) alimentados com dietas suplementadas cúrcuma. Para os índices de coloração ciano e magenta da região dorsal de machos observou-se efeito positivo da suplementação de cúrcuma, porém, não promoveu melhoria na coloração da pele quando comparado com a dieta controle positivo. Não foi observado efeito da suplementação de cúrcuma sobre as respostas de estresse dos peixes após simulação de transporte. Assim, conclui-se que a *Curcuma longa* não atuou como promotor de crescimento e redutor das respostas de estresse para *Trichogaster labiosa*. A *Curcuma longa* apresenta potencial para pigmentação da pele, porém não se recomenda sua suplementação em dietas para *Trichogaster labiosa* por não promover pigmentação superior à dieta controle positivo, com milho e glúten de milho.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Lidiane da Silva, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2012. **Turmeric (*Curcuma Longa*) in diets for juvenile *Trichogaster labiosa*.** Adviser: Jener Alexandre Sampaio Zuanon. Co-Adviser: Ana Lúcia Salaro.

The skin pigmentation of ornamental fish is one of the main characteristics determining its market value. During the process of production and trading, ornamental fish are exposed to stress factors as capture, sorting and fluctuations in water quality, causing reduction in skin coloration. To promote and maintain skin coloration in ornamental fish is necessary to use diets containing pigments, since the fish are unable to synthesize them. Among the natural sources of pigments, turmeric (*Curcuma longa*) stands out for the presence of yellow-orange pigments. Due to the properties antioxidant, antimicrobial and immunostimulant, turmeric also has potential as a growth promoter and reducing stress response. Therefore, the present study aimed to evaluate the effects of turmeric in diets for *Trichogaster labiosa* as growth promoter, skin staining and reducing stress response. A total of five diets containing 0.0, 1.0, 5.0, 10.0, 25.0 g of rhizome of turmeric powder/kg diet and a diet considered positive control, containing corn and gluten corn meal as a source of carotenoids. In general, there was a reduction in feed intake and growth of fish (weight gain, specific growth rate and final length) fed diets supplemented with turmeric. To the contents of cyan and magenta staining in the dorsal region of male a positive effect of supplementation of turmeric was observed, but did not promote improvement in skin staining when compared to positive control diet. There was no effect of turmeric supplementation on stress responses of fish after transport simulation. Thus, it can be concluded that the *Curcuma longa* does not act as a growth promoter and stress reducing response to *Trichogaster labiosa*. The *Curcuma longa* has potential for skin pigmentation, but supplementation is not recommended in diets for *T. labiosa* by not promoting pigmentation better than the positive control diet with corn and corn gluten meal.

CÚRCUMA (*Curcuma longa*) EM DIETAS PARA JUVENIS DE
Trichogaster labiosa

Artigo redigido com base nas normas do periódico *Aquaculture Research*

Cúrcuma (*Curcuma longa*) em dietas para juvenis de *Trichogaster labiosa*

Resumo: Com o presente estudo objetivou-se avaliar os efeitos da cúrcuma (*Curcuma longa*) em dietas para *Trichogaster labiosa* como promotor de crescimento, pigmentante da pele e redutor das respostas de estresse. Foram utilizadas cinco dietas contendo 0,0; 1,0; 5,0; 10,0; 25,0 g de rizoma de cúrcuma em pó (*Curcuma longa*)/kg de ração e uma dieta, considerada controle positivo, contendo fubá de milho e glúten de milho como fonte de carotenóides. Em geral, houve redução do consumo de ração e do crescimento dos peixes (ganho de peso, taxa de crescimento específico e comprimento final) alimentados com dietas suplementadas com cúrcuma. Para os índices de coloração ciano e magenta da região dorsal de machos observou-se efeito positivo da suplementação de cúrcuma, porém, não promoveu melhoria na coloração da pele quando comparado com a dieta controle positivo. Não foi observado efeito da suplementação de cúrcuma sobre as respostas de estresse dos peixes após simulação de transporte. Assim, conclui-se que a *Curcuma longa* não atua como promotor de crescimento e redutor das respostas de estresse para *Trichogaster labiosa*. A *Curcuma longa* apresenta potencial para pigmentação da pele de *Trichogaster labiosa*, porém não se recomenda sua suplementação em dietas para peixes ornamentais por não promover pigmentação superior à dieta controle positivo, com milho e glúten de milho.

Palavras-chave: Extratos vegetais, pigmentos naturais, promotores de crescimento, peixes ornamentais

Introdução

A pigmentação da pele dos peixes ornamentais é uma das principais características determinantes de sua atratividade pelos consumidores e, conseqüentemente, de seu valor de mercado (Wang, Chien & Pan 2006; Pan, Chien & Wang 2010; Dharmaraj & Dhevendaran 2011). Durante o processo de produção, os peixes ornamentais são expostos a fatores desencadeantes de estresse como captura, triagem e flutuações na qualidade da água, que causam redução na coloração da pele (Dharmaraj & Dhevendaran 2011). Além disso, na comercialização, o transporte é caracterizado pela longa duração e embalagens pequenas em altas densidades (Dagar, Zilberg, Cohen, Boussiba & Khozin-Goldberg 2010; Pan *et al.* 2010), resultando em maior exposição a fatores estressores e perdas por mortalidade (Pan *et al.* 2010).

Para promover a coloração da pele dos peixes ornamentais é preciso usar dietas que contenham pigmentos, uma vez que os peixes não têm capacidade para sintetizá-los (Chatzifotis, Pavlidis, Donate-Jimeno, Vardanis, Sterioti & Divanach 2005). Os carotenoides sintéticos astaxantina e cantaxantina são os pigmentos mais comumente utilizados para garantir a pigmentação da pele de peixes ornamentais (Wang *et al.* 2006; Baron *et al.* 2008; Kop & Dumaz 2008; Pan & Chien 2009). Entretanto, apesar das vantagens da utilização de pigmentos sintéticos, por serem produtos padronizados, quimicamente estáveis, com alta concentração de carotenoides (De La Mora, Figueroa, Palafox, Soca & Carter 2006) e alta eficiência na pigmentação (Kop & Durmaz 2008; Pan & Chien 2009), estes apresentam alto custo, onerando a criação de peixes. Portanto, se faz necessário avaliar fontes naturais de pigmentos que possam substituir os pigmentos sintéticos.

Dentre as fontes naturais de pigmentos, o rizoma de cúrcuma (*Curcuma longa*) destaca-se por apresentar pigmentos amarelo-alaranjados como a curcumina (60%) e

seus dois derivados, a desmetoxicurcumina e bisdesmetoxicurcumina (Govindarajan 1980; Mata, Nelson, Afonso, Glória & Junqueira 2004). O rizoma de cúrcuma também apresenta potencial como promotor de crescimento em função da presença dos óleos essenciais turmerona, dehidroturmerona e cetonas aromáticas (Mata *et al.* 2004) com propriedades antimicrobiana, anti-oxidante (Mesa, Ramírez-Tortosa, Aguilera, Ramírez-Boscá & Gil 2000; Araújo & Leon 2001; Luthra, Singh & Chandra 2001; Chattopadhyay, Biswas, Bandyopadhyay & Banerjee 2004; Paolinelli, Reen & Santos 2006), imuno-estimulante (Mesa *et al.* 2000; Luthra *et al.* 2001; Hauptli 2006), reguladora das funções biliares (Naghetini 2006), reguladora do metabolismo dos lipídios (Valente 1998; Mesa *et al.* 2000; Luthra *et al.* 2001; Silva, Oliveira, Nagem, Pinto, Albino, Ameida & Leão 2001; Chattopadhyay *et al.* 2004;) e da glicose (Chattopadhyay *et al.* 2004; Wickenberg, Ingemansson & Hlebowicz 2010). Por ser utilizada como condimento, flavorizante e corante na indústria de alimentos (Martins & Rusig 1992; Mesa *et al.* 2004), a cúrcuma apresenta boa disponibilidade no mercado, a preços acessíveis, o que favorece sua utilização em dietas para peixes.

Em função da propriedade anti-oxidante da cúrcuma, a mesma apresenta potencial como redutor das respostas de estresse dos peixes, uma vez que tal propriedade dos carotenóides reduziu o estresse em *Poecilia reticulata* (Dagar *et al.* 2010), *Hyphessobrycon callistus* (Pan *et al.* 2010) e *Hyphessobrycon eques* (Pan, Chien & Wang 2011).

Dentre as espécies de peixes ornamentais, as do gênero *Trichogaster* estão entre as mais populares no mundo. Este grupo está entre os mais criados na Zona da Mata Mineira (Cardoso 2009). Das espécies pertencentes a esse gênero, destaca-se a *Trichogaster labiosa*, anteriormente classificada como *Colisa labiosa*. É uma espécie tropical (22 a 28°C), pertencente à família Osphronemidae, subfamília Luciocephalinae,

de ocorrência na Ásia, podendo atingir até nove centímetros de comprimento (Rüber, Britz & Zardoya 2006). É atrativa pelo seu padrão de cores, docilidade e convivência pacífica com outras espécies.

Com este estudo objetivou-se avaliar o potencial da *Curcuma longa* como promotor de crescimento, pigmentante da pele e redutora das respostas de estresse para *Trichogaster labiosa*.

Material e Métodos

Animais e Condições Experimentais

O experimento foi realizado no Laboratório de Morfofisiologia do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e duas repetições intrabloco. Foram utilizados dois blocos por tamanho dos peixes, sendo o bloco um (B1) com peso inicial médio de $0,61 \pm 0,02$ g e o bloco dois (B2) de $0,77 \pm 0,02$ g. Os tratamentos consistiram de seis dietas práticas isoprotéicas e isoenergéticas, sendo cinco dietas contendo 0,0; 1,0; 5,0; 10,0; 25,0 g de rizoma de cúrcuma em pó (*Curcuma longa*)/kg de ração e uma dieta, considerada controle positivo, contendo fubá de milho e glúten de milho como fonte de carotenóides normalmente presentes em dietas comerciais para peixes (sem suplementação de cúrcuma) (Tabela 1).

As rações experimentais foram formuladas com base na composição química dos alimentos (Rostagno, Albino, Donzele, Gomes, Oliveira, Lopes, Ferreira & Barreto 2005) e nas exigências nutricionais de *Trichogaster lalius* (Zuanon, Carneiro, Nascimento, Silva, Pontes, Kanashiro & Salaro 2013), uma vez que as exigências nutricionais de *Trichogaster labiosa* não são conhecidas. (Tabela 1). O rizoma de

cúrcuma em pó foi previamente misturado aos demais ingredientes da ração e posteriormente foi então peletizada, seca em estufa de ventilação forçada (40 °C por 48h), triturada e peneirada para obtenção de péletes de $1 \pm 0,2$ mm.

Juvenis de *Trichogaster labiosa* foram mantidos em aquários contendo sete litros de água, dotados de aeração, filtro biológico e temperatura controlada por aquecedores e termostatos ($26,3 \pm 0,15$ °C), em densidade de estocagem de 1,71 peixes/L de água. Os peixes foram alimentados até a saciedade aparente, três vezes ao dia, durante 120 dias.

A temperatura da água foi verificada diariamente às 08:00 horas. Quinzenalmente foram aferidos oxigênio dissolvido, por meio de oxímetro, pH, amônia e nitrito, por meio de kits e condutividade por meio de condutivímetro. A amônia tóxica (NH_3) foi calculada com base na fórmula: amônia tóxica = amônia total/ $(1+10^{((0,0902-\text{pH})+(2730/(273,2+\text{temperatura})))})$). Após a aferição dos referidos parâmetros de qualidade de água, os aquários foram sifonados para a retirada das fezes.

Tabela 1. Formulação e composição químico-bromatológica calculada das dietas experimentais

	Níveis de cúrcuma nas dietas (g/kg)					Controle positivo
	0,0	1,0	5,0	10,0	25,0	
Farelo soja	445,00	445,00	445,00	445,00	447,00	370,00
Glúten de milho	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	50,00
Farinha peixe	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Fubá milho	00,00	00,00	00,00	00,00	00,00	142,90
Cúrcuma	00,00	1,00	5,00	10,00	25,00	00,00
Farelo trigo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	160,00
Sorgo	178,30	177,30	173,30	168,30	151,30	00,00
L - Lisina	00,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40
DL - Metionina	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50
Óleo Soja	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Fosfato bicálcico	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	17,50
Sal comum	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
¹ Suplemento vitamínico e mineral	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

² BHT	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Energia bruta (kcal/kg)	4281,65	4281,65	4281,63	4281,61	4281,87	4328,59
³ Energia digestível (kcal/kg)	3232,74	3233,26	3235,33	3237,91	3246,20	3343,50
³ Proteína digestível (%)	306,10	306,00	305,70	305,20	304,60	307,30
Proteína bruta (%)	350,70	350,70	350,50	350,40	350,60	350,70
Fibra bruta (%)	40,00	40,00	40,10	40,10	40,40	40,30
Extrato etéreo (%)	78,70	78,70	78,80	78,80	78,80	78,50
Cálcio total (%)	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10	14,80
⁴ P disponível (%)	7,20	7,20	7,20	7,10	7,10	7,20
Metionina (%)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Lisina (%)	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10

¹ Níveis de garantia por quilograma do produto: vit A min - 2500000 UI; vit D3 min - 600000 UI; vit E min - 37500 UI; vit K3 min - 3750 mg; vit C min - 50000 mg; tiamina(B1)min -4000 mg; riboflavina(B2)min - 4000 mg; piridoxina(B6)min - 4000 mg; vit B12 min - 4000 mcg; niacina min - 22500 mg; biotina min - 15 mg; ácido fólico min - 1250 mg; pantotenato de cálcio min - 12000 mg; cobre min - 2500 mg; cobalto min - 125 mg; ferro min - 15 g; iodo min - 375 mg; manganês min - 12,5 g; selênio min - 87,5 mg; zinco min - 12,5 g.

² Butilhidroxi tolueno (antioxidante)

³ Valores calculados com base nos valores de energia e proteína digestível para tilápia do Nilo (Pezzato, Miranda, Barros, Pinto, Furuya & Pezzato 2002)

⁴ Valores calculados para tilápia do Nilo conforme (Miranda *et al.* 2000).

Desempenho produtivo

Ao final do período experimental os peixes foram contados, pesados e medidos o comprimento padrão para os seguintes cálculos de desempenho produtivo:

Taxa de sobrevivência (TS) = número final de peixes / número inicial de peixes x 100;

Ganho de peso (GP) = peso final médio – peso inicial médio;

Consumo de ração aparente (CR) = (peso da ração inicial – peso da ração final)/ número de peixes;

Conversão alimentar aparente (CA) = CR / GP;

Taxa de eficiência protéica (TEP) = ganho de peso / consumo de proteína;

Taxa de crescimento específico (TCE), utilizando a equação proposta por Ricker (1979), apresentada a seguir:

$$TCE = \frac{\ln PF(g) - \ln PI(g)}{\text{tempo}(dias)} \times 100$$

; em que:

PI = peso médio inicial dos peixes (g);

PF = peso médio final dos peixes (g) e

Fator de condição corporal (K), utilizando a equação apresentada por Vazzoler (1996):

$$K = \frac{PF}{CF^3}$$

, em que:

PF = peso médio final (g);

CF = comprimento padrão médio final (cm);

Para o cálculo dos índices víscerosomático e gonadossomático, os peixes foram eutanasiados por excesso de anestésico (400mg de óleo de cravo/L de água), retiradas as vísceras e gônadas e pesadas em balança analítica. Os cálculos dos referidos índices foram realizados de acordo com as seguintes fórmulas:

Índice víscerosomático (IVS) = (peso da vísceras/peso corporal)x100;

Índice gonadossomático de machos (IGSM) = (peso dos testículos/peso corporal)x100;

Índice gonadossomático de fêmeas (IGSF) = (peso dos ovários/peso corporal)x100

Análise da Coloração da Pele dos Peixes

A avaliação da pigmentação da pele dos peixes foi realizada de acordo com Rezende, Vidal Júnior, Andrade, Mendonça & Santos (2012) por meio de fotografias digitais de quatro peixes/aquário (dois machos e duas fêmeas), totalizando 16 peixes/tratamento. Em função de existirem diferenças de coloração entre machos e fêmeas e entre as diferentes partes do corpo dos peixes, os índices de coloração da pele foram mensurados em duas partes do corpo (uma ventral e outra dorsal) (Fig. 1), separadamente nos machos e nas fêmeas. A distinção entre machos e fêmeas foi realizada com base no formato da nadadeira dorsal, que nos machos é mais pontiaguda.

Foram mensurados os índices de coloração da pele no padrão CMYK da pele dos peixes utilizando o *software* Adobe *PhotoShop*. No padrão de cores CMYK, as cores são decompostas em percentuais das cores básicas – Ciano (C), magenta (M), amarelo (Y) e preto (K). Os índices de coloração expressos em percentuais, C (%), representam variáveis não paramétricas que foram convertidas em variáveis paramétricas, em radianos, as quais foram utilizadas nas análises estatísticas. A conversão se deu pela fórmula: $C(\text{rad}) = \arcsen.(C(\%) / 100)^{0,5}$.

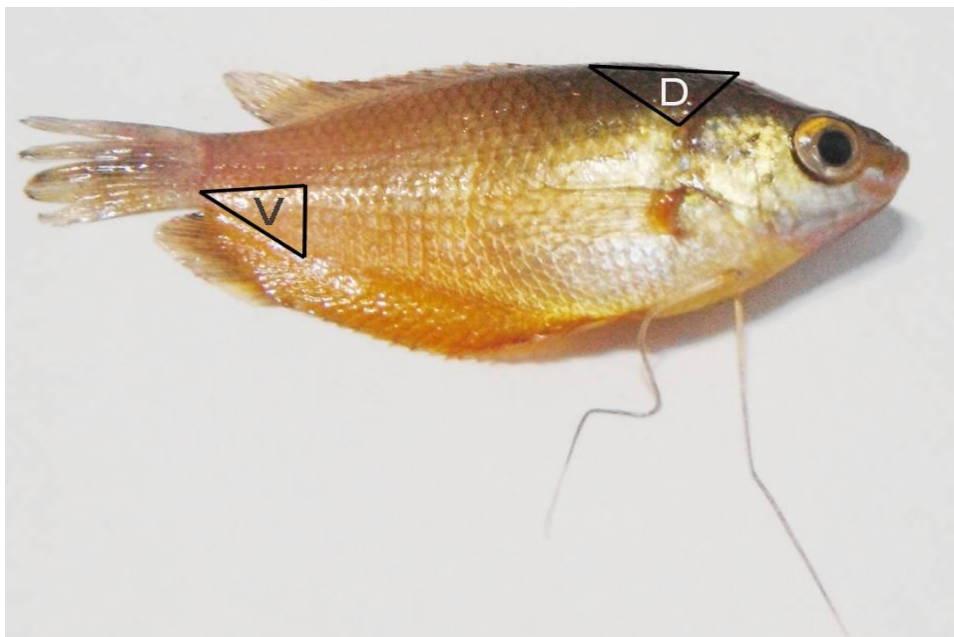


Figura 1. Regiões ventral (V) e dorsal (D) do corpo dos peixes onde foram mensurados os índices de coloração da pele de *Trichogaster labiosa* em função dos pigmentos presentes nas dietas teste.

Análise das respostas de estresse após transporte

Após a avaliação do desempenho produtivo e da coloração da pele, os peixes retornaram para os aquários para recuperação do estresse do manejo de captura e biometria, sendo alimentados com as dietas teste por mais 55 dias. Após esse período, os peixes foram mantidos em jejum por 48h e então alojados em sacos plásticos (35,5 x

25 cm) preenchidos com um litro de água (oito peixes/saco plástico). Dezoito sacos plásticos (seis tratamentos e três repetições) foram lacrados contendo uma mistura de ar atmosférico e oxigênio.

Os peixes foram mantidos nos sacos plásticos durante 24 horas, seguindo metodologia descrita por Teo, Chen & Lee (1989). Os sacos plásticos foram mantidos no porta-malas de um automóvel, que alternou períodos em que esteve movimentando-se ou parado. Após esse período, os sacos plásticos foram abertos e amostras de água foram tomadas para as seguintes análises: oxigênio dissolvido e temperatura por meio de oxímetro e pH, e amônia por meio de Kits colorimétricos. Os peixes retornaram para os aquários de 7 L de água, dotados de aeração, filtro biológico e controle de temperatura por meio de aquecedores e termostato.

Para avaliar as respostas fisiológicas ao estresse dos peixes foram mensurados glicose e o lactato sanguíneos por meio de tiras reagentes em aparelho monitor digital (dois peixes/aquário = oito peixes/tratamento). Os peixes foram eutanasiados por excesso de anestésico (400mg de óleo de cravo/L de água), tiveram o pedúnculo caudal cortado com bisturi e o sangue foi depositado diretamente na tira reagente.

Para avaliação do efeito do estresse do transporte sobre as alterações na coloração da pele, quatro peixes de cada aquário (dois machos e duas fêmeas) foram fotografados e os índices de cloração da pele foram avaliados seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente.

Análises estatísticas

A avaliação do efeito dos níveis de cúrcuma na dieta sobre as variáveis de desempenho produtivo, índices corporais, índices de coloração da pele dos peixes, qualidade de água antes e depois do transporte e respostas de estresse (glicose e lactato sanguíneos) após o transporte foi realizada por meio de análise de variância e regressão polinomial ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAEG 9.1. Para escolha do modelo de regressão foi considerado a significância dos coeficientes de regressão, a magnitude dos coeficientes de determinação, calculados em função da soma quadrados da regressão/soma quadrados de tratamentos, bem como o comportamento das variáveis em estudo. A comparação das variáveis de desempenho produtivo, índices corporais, qualidade de água antes e depois do transporte e respostas de estresse após o transporte dos peixes alimentados com a dieta controle positivo em relação aos demais tratamentos foi realizada por meio de análise de variância e, em caso de teste F significativo, foi realizado o teste Dunnet a 5% de probabilidade. A comparação dos índices de coloração da pele dos peixes alimentados com a dieta controle positivo em relação aos demais tratamentos foi realizada por meio de análise de variância (ANOVA) em que foram avaliados os efeitos da dieta, do sexo e sua interação. Em caso de teste F significativo, foi realizado o teste Dunnet a 5% de probabilidade.

Após o transporte, a comparação dos índices de coloração da pele dos peixes alimentados com a dieta controle positivo em relação aos demais tratamentos foi realizada por meio de análise de variância (ANOVA) em que foram avaliados os efeitos da dieta, do transporte e sua interação, separadamente para machos e fêmeas. Em caso de teste F significativo, foi realizado o teste Dunnet a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Desempenho produtivo

Não foram observados efeitos da suplementação de cúrcuma nas dietas para taxa de sobrevivência, conversão alimentar aparente, fator de condição e para os índices viscerossomático e gonadossomático de machos e fêmeas (Tabela 2). Apesar da suplementação de cúrcuma não ter influenciado o crescimento das gônadas de *T. labiosa*, diversos estudos verificaram efeitos positivos da suplementação de outros pigmentos, como os carotenoides, na taxa de fertilização de ovos de douradas (*Sparus aurata*) (Scabini, Fernandez-Palacios, Robaina, Kalinowski & Izquierdo 2011), porcentagem de eclosão e diminuição na mortalidade de ovos de truta arco-íris (Ahmadi, Bazyar, Safi, Ytrestøy & Bjerkgeng 2006) e aumento no diâmetro médio do ovo em savelhas (*Seriola quinqueradiata*) (Agius, Watanabe, Satoh, Kiron, Imaizumi, Yamazaki & Kawano 2001).

Para ganho de peso, comprimento final, taxa de crescimento específico e consumo de ração aparente observou-se efeito quadrático dos níveis de cúrcuma, sendo os valores estimados para minimizar as respectivas variáveis iguais a 15,53; 16,39; 14,94 e 16,21 g de cúrcuma/kg de ração (Figuras 2; 3; 4 e 5). Como os valores estimados para minimizar o consumo de ração aparente, ganho de peso, taxa de crescimento específico e comprimento final estão entre 15 e 16 g de cúrcuma/kg de dieta, existe uma tendência de aumento dessas variáveis para os peixes alimentados com maiores teores de cúrcuma na ração. Porém, no presente estudo não é possível demonstrar tal tendência uma vez que o espaço amostral (0 – 25 g de cúrcuma/kg de dieta) não permite. Dessa forma, é necessária a realização de novo estudo avaliando níveis mais altos de suplementação de cúrcuma em dietas para *Trichogaster labiosa*.

Tabela 2. Valores médios das variáveis de desempenho produtivo taxa de sobrevivência (TS), ganho de peso (GP), comprimento final (CF), taxa de crescimento específico (TCE), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), fator de condição (K) e índices corporais índice viscerossomático (IVS), índice gonadossomático de machos (IGSM) e índice gonadosomático de fêmeas (IGSF) de *Trichogaster labiosa* em função dos pigmentos presentes nas dietas teste

	Níveis de cúrcuma nas dietas experimentais (g/kg)					Controle positivo	CV (%)
	0,0	1,0	5,0	10,0	25,0		
^{ns} TS (%)	93,75a	87,50a	95,83a	93,75a	89,59a	95,83a	10,65
¹ GP (g)	1,60a	1,41a	1,29a	1,17a	1,24a	1,43a	11,68
² CF (cm)	3,96a	3,82a	3,76a	3,72a	3,71a	3,88a	3,42
³ TCE (%/dia)	1,01a	0,93a	0,88a	0,83b	0,86a	0,95a	10,99
⁴ CR (g)	4,39b	3,82a	3,68a	3,53a	3,55a	3,66a	9,67
^{ns} CA	2,76a	2,73a	2,87a	3,05a	2,88a	2,58a	8,52
^{ns} K	3,69a	3,77a	3,73a	3,62a	3,78a	3,63a	4,56
^{ns} IVS (%)	8,98a	8,60a	8,94a	8,76a	9,09a	8,40a	8,46
^{ns} IGS machos (%)	1,06a	0,99a	0,99a	1,36a	1,25a	1,23a	24,08
^{ns} IGS fêmeas (%)	19,77a	16,35b	15,18b	19,27a	18,75a	21,04a	13,73

Médias na linha seguidas da mesma letra não diferem do tratamento controle positivo pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade;

ns: não significativo para os níveis de cúrcuma da dieta pela análise de variância ao nível de 5% de probabilidade;

¹ GP = $0,0018x^2 - 0,0559x + 1,5304$, $R^2 = 0,92$ (P=0,004);

² CF = $0,0009x^2 - 0,0295x + 3,9009$, $R^2 = 0,83$ (P=0,040);

³ TCE = $0,0008x^2 - 0,0239x + 0,9851$, $R^2 = 0,92$ (P=0,036);

⁴ CR = $0,0031x^2 - 0,1005x + 4,1554$, $R^2 = 0,76$ (P=0,027);

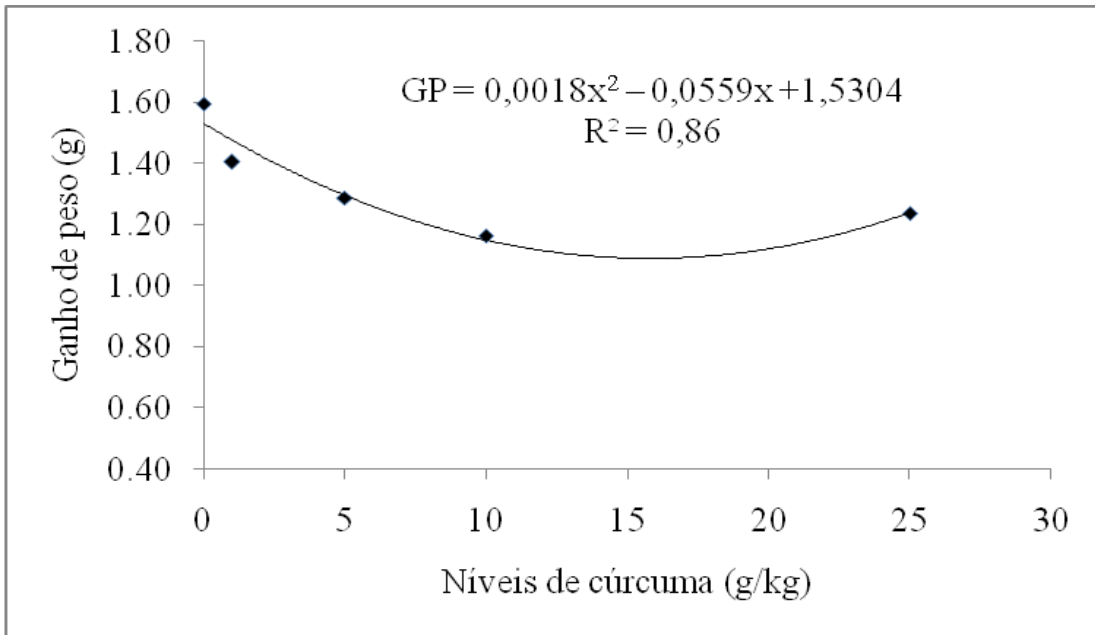


Figura 2. Ganho de peso de *Trichogaster labiosa* alimentados com dietas suplementadas com rizoma de *Curcuma longa*.

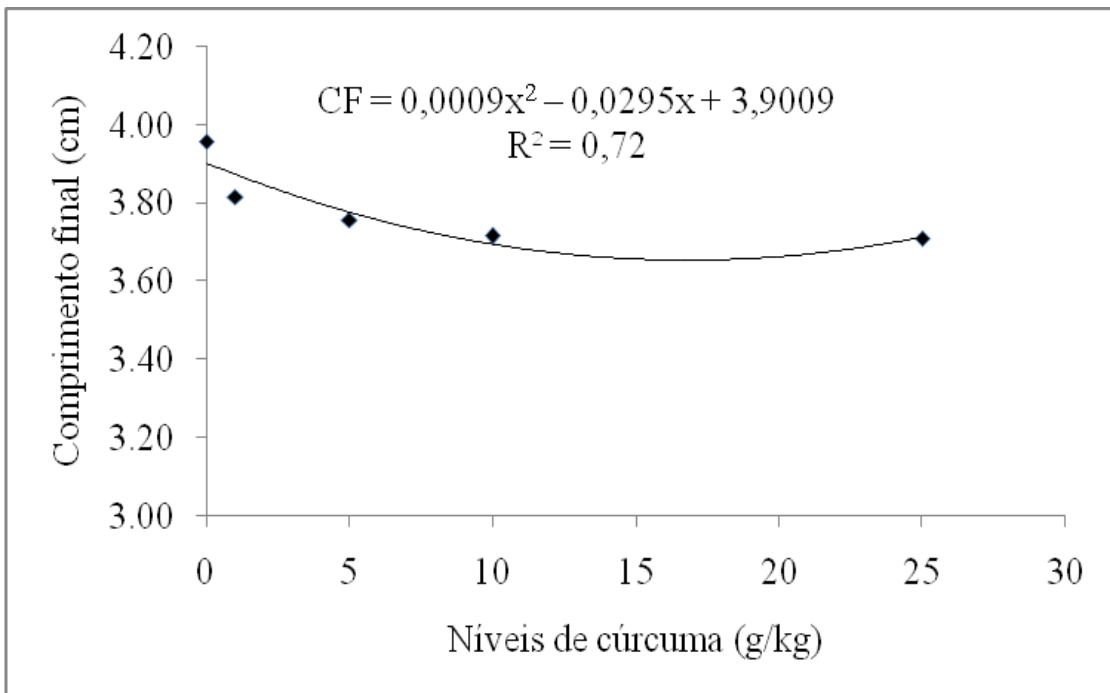


Figura 3. Comprimento padrão final de *Trichogaster labiosa* alimentados com dietas suplementadas com rizoma de *Curcuma longa*.

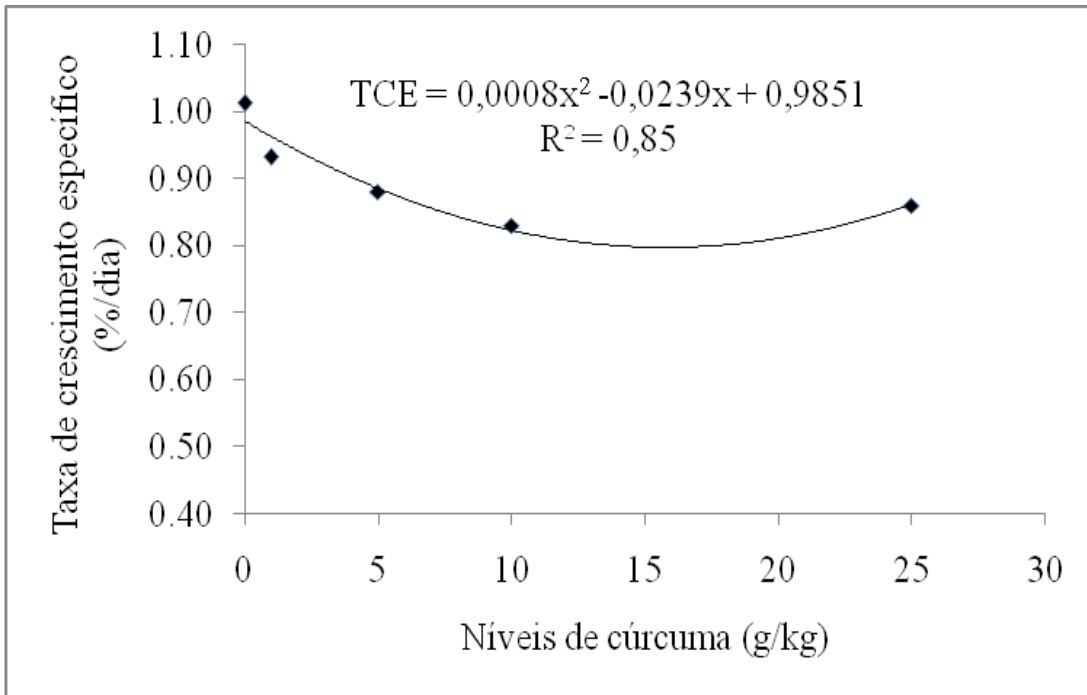


Figura 4. Taxa de crescimento específico de *Trichogaster labiosa* alimentados com dietas suplementadas com rizoma de *Curcuma longa*.

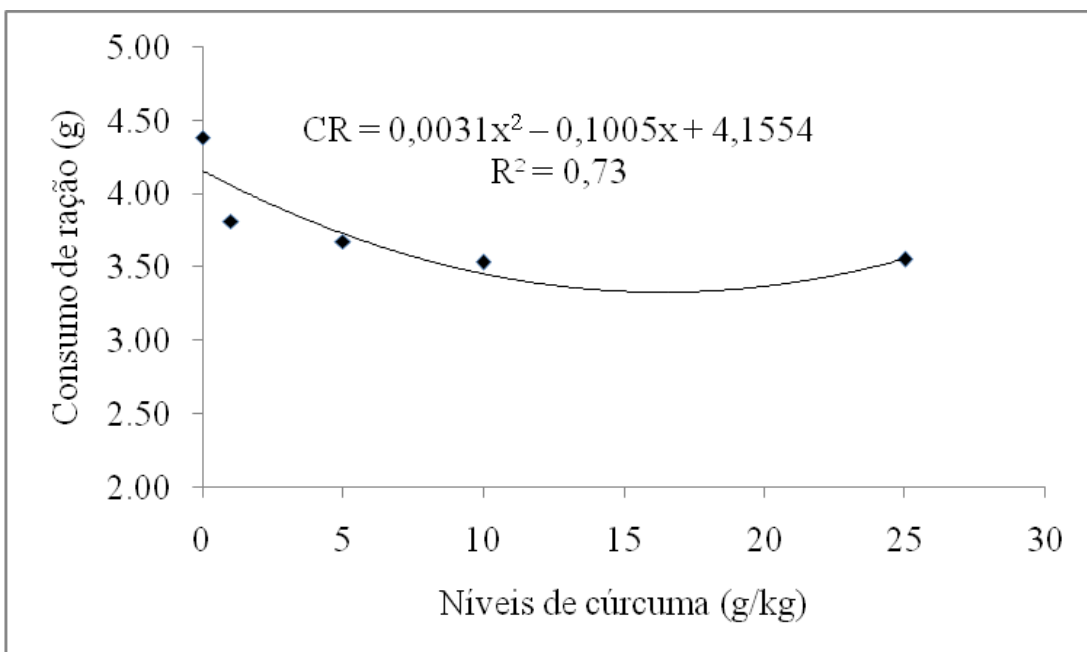


Figura 5. Consumo de ração aparente de *Trichogaster labiosa* alimentados com dietas suplementadas com rizoma de *Curcuma longa*.

Apesar da suplementação de cúrcuma ter piorado o crescimento de *T. labiosa*, Mukherjee, Mandal & Banerjee (2009), avaliando níveis de cúrcuma (0,0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,0 e 2,0g de cúrcuma/kg de ração) em dietas para guppy (*Poecilia reticulata*) observaram que a suplementação de 0,9g de cúrcuma/kg de ração proporcionou a maior taxa de crescimento específico e a melhor conversão alimentar aparente dos peixes. As diferenças dos efeitos promotores de crescimento da cúrcuma entre o presente estudo e o trabalho de Mukherjee *et al.* (2009) podem estar relacionadas às condições experimentais, uma vez que, em geral, o efeito positivo dos promotores de crescimento é observado em animais mantidos em condições sub ótimas ou submetidos a alguma condição adversa (Zheng, Tan, Liu, Zhou, Xiang & Wang 2009; Signor, Pezzato, Falcon, Guimarães & Barro 2010; Gonçalves, Maita, Futame, Endo & Katagiri 2011). Neste sentido, a qualidade das dietas utilizadas por Mukherjee *et al.* (2009) pode ter sido um fator determinante, uma vez que foram usados ingredientes alternativos em sua formulação (farinha de torta de mostarda e farinha de grão de bico), sem nenhuma fonte de proteína de origem animal de qualidade.

A suplementação de outras fontes de pigmentos em dietas tem mostrado efeitos positivos no crescimento de peixes ornamentais como pétalas de rosa chinesa (*Hibiscus rosasinensis*) para kingiuu (Sinha & Asimi 2007), pétalas das flores *H. rosasinensis*, *Rosa indica*, *Ixora coccinea* e *Crossandra infundibuliformis* para *Xiphophorus hellerei* (Sujath, Shalin & Palavesam 2011) e spirulina para *Pseudotropheus acei* (Güroy, Şahin, Mantoğlu & Kayali 2012).

Quando comparados os resultados de desempenho produtivo dos peixes alimentados com cúrcuma e com a dieta do controle positivo, não foram observadas diferenças significativas para a taxa de sobrevivência, comprimento final, conversão

alimentar aparente, fator de condição, índice viscerossomático e índice gonadossomático de machos. Para ganho de peso observou-se efeito significativo para o teste F, porém não foi observada diferença significativa para teste Dunnett. A taxa de crescimento específico dos peixes do tratamento 10g/kg foi menor que a dos peixes do tratamento controle positivo. Para peixes alimentados com os demais níveis de cúrcuma (0,0; 1,0; 5,0 e 25,0 g/kg) não se observou diferença significativa em relação ao tratamento controle positivo. A menor taxa de crescimento dos peixes do tratamento 10g/kg pode ser resultado da redução do consumo de ração aparente ocasionado pelo sabor levemente picante da cúrcuma (CNNPA 1978) ou pela ação da curcumina nos termorreceptores de calor-dor. Como a curcumina é um potente agonista dos canais TRPV1 (*Transient Receptor Potential cation channel subfamily V member 1*) (Di Mario, Cavallaro, Nouvenne, Stefani, Cavestro, Maino, Comparato, Fanigliulo, Morana, Pilotto, Martelli, Martelli, Leandro & Franzè 2007), presentes nos termorreceptores de calor- dor, esta pode ter mediado as respostas de redução de consumo de ração aparente pela sensação excessivamente picante. A ausência de diferença significativa entre o tratamento com 25 g de cúrcuma/kg de ração e o controle positivo pode ter sido causada pela adaptação dos peixes, com possível redução da expressão dos canais TRPV1, uma vez que existem evidências de modulação da expressão desses canais através da exposição de substâncias químicas que os ativam (Szallasi, Cortright, Blum & Eid, 2007; Zhu & Oxford 2011; Glendinning, Simons, Youngentob & Youngentob 2012).

A ausência de efeito significativo entre as dietas contendo cúrcuma e a dieta controle positivo para a maioria das variáveis de desempenho produtivo indica que juvenis de *T. labiosa* podem ser alimentados com dietas industrializadas para peixes de corte, sem prejuízo para o seu crescimento, uma vez que estas dietas comumente contêm milho como ingrediente energético e glúten de milho como ingrediente protéico.

Quando comparados os resultados de consumo de ração aparente dos peixes alimentados com a dieta controle positivo em relação aos demais tratamentos observou-se que o consumo da dieta controle positivo foi menor que da dieta controle negativo (sem suplementação de cúrcuma) (Tabela 2). Esse resultado indica que a eficiência de utilização do sorgo como ingrediente energético para *T. labiosa* é pior que a do milho, uma vez o aumento de consumo da ração controle negativo não foi acompanhado por melhora no crescimento. A pior eficiência de utilização dos nutrientes do sorgo provavelmente está relacionada à sua pior digestibilidade, como observado para a tilápia do Nilo (Pezzato *et al.* 2002).

Não foram observadas diferenças significativas para o índice gonadossomático (IGS) de machos entre o controle positivo e os demais tratamentos. O índice gonadossomático (IGF) das fêmeas alimentadas com as dietas 1,0 e 5,0 g de cúrcuma/kg foi menor que o das fêmeas do controle positivo, enquanto que o IGS das fêmeas dos tratamentos 0,0; 10,0 e 25,0 g de cúrcuma/kg não diferiram do controle positivo. (Tabela 2). Esses resultados indicam a cúrcuma em concentrações mais elevadas pode apresentar efeito benéfico sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas. Efeitos positivos da suplementação de cúrcuma foram observados em galinhas poedeiras, que apresentaram maior produção de ovos, maior peso de ovos e da casca, maior porcentagem de gema, maior fertilidade e eclodibilidade, quando comparadas com o controle (Radwann, Hassan, Qota & Fayek 2008).

Para o pH e oxigênio dissolvido na água observou-se efeito quadrático dos níveis de cúrcuma na dieta, sendo os valores estimados para maximizar as respectivas variáveis iguais a 10,60 e 1,39 g de cúrcuma/kg (Figuras 6 e 7). A redução no teor de oxigênio da água em função do aumento do teor de cúrcuma na dieta indica que a

cúrcuma estimulou o aumento do metabolismo dos peixes. É possível que a cúrcuma tenha atuado no metabolismo lipídico dos animais, aumentando sua oxidação e, assim, aumentando o consumo de oxigênio pelos peixes. A redução dos níveis de triglicérides e colesterol LDL tem sido demonstrada em galinhas poedeiras (Riasi, Kermanshahi, & Mahdavi 2012), ratos (Kim & Kim 2010) e hamsters (Jang, Choi, Jung, Kim, Kim, Jeon, Shin, Seong & Lee 2008) alimentados com dietas contendo cúrcuma ou curcumina. Apesar do efeito da curcumina na redução dos níveis de triglicérides e colesterol LDL ser considerada benéfica para a saúde humana, em função da redução dos riscos de doenças cardiovasculares (Kim & Kim 2010), no presente estudo, o referido efeito pode ter contribuído para o menor crescimento observado para os peixes alimentados com cúrcuma.

Quando comparados os resultados de qualidade de água dos peixes alimentados com a dieta controle positivo em relação aos demais tratamentos, não foram observadas diferenças significativas para pH, amônia tóxica e condutividade. O teor de oxigênio dissolvido na água dos peixes alimentados com a dieta 5,0 g de cúrcuma/kg foi maior que do controle positivo. Entretanto, os teores de oxigênio dissolvido na água dos peixes alimentados com as dietas 0,0; 1,0; 10,0 e 25,0 g de cúrcuma/kg não diferiram do controle positivo (Tabela 3).

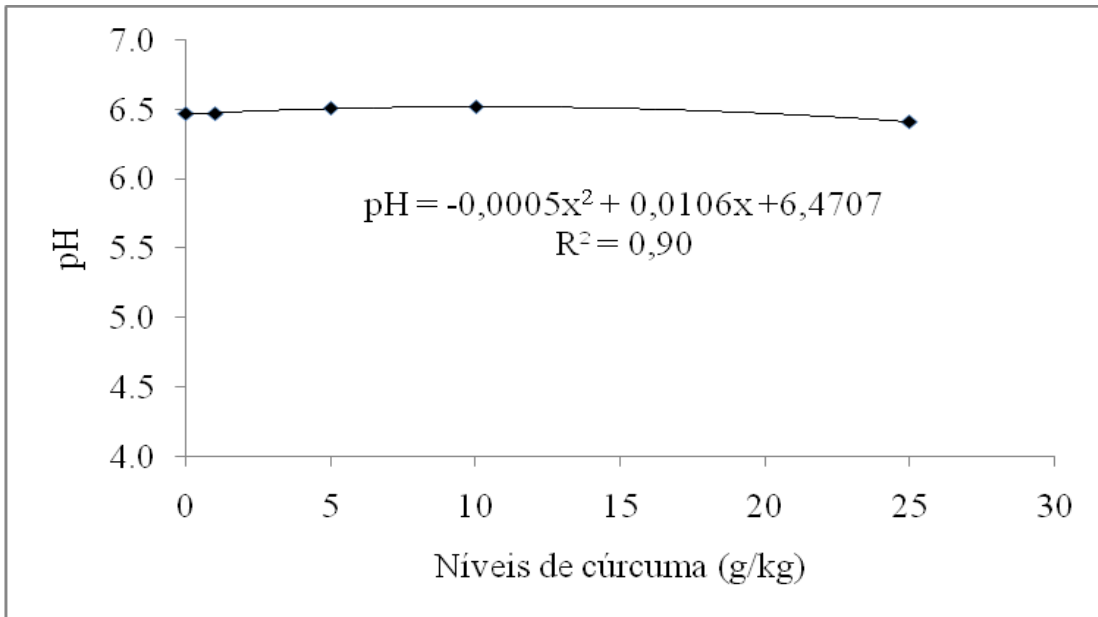


Figura 6. pH da água dos aquários de *Trichogaster labiosa* alimentados com dietas suplementadas com rizoma de *Curcuma longa*.

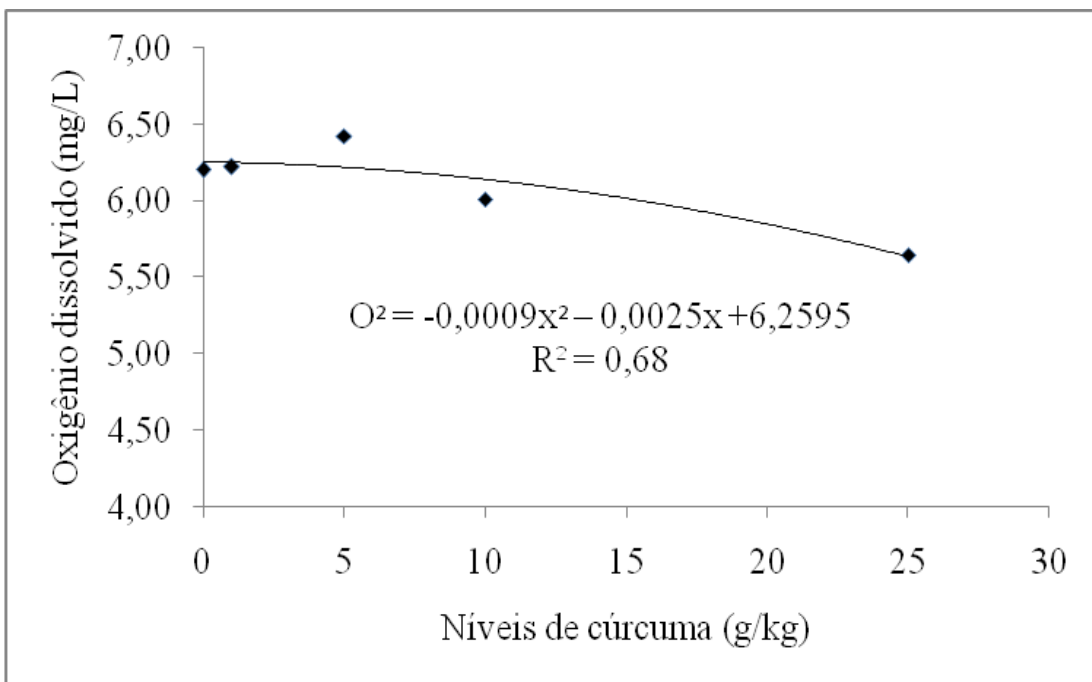


Figura 7. Oxigênio dissolvido da água dos aquários de *Trichogaster labiosa* alimentados com dietas suplementadas com rizoma de *Curcuma longa*.

Tabela 3. Valores médios das variáveis de qualidade de água de *Trichogaster labiosa* em função dos pigmentos presentes nas dietas teste

	Níveis de cúrcuma nas dietas experimentais					Controle positivo	CV (%)
	(g/kg)						
	0,0	1,0	5,0	10,0	25,0		
¹ pH	6,5a	6,5a	6,5a	6,5a	6,4a	6,5a	0,96
² O ₂ dissolvido (mg/L)	6,20a	6,22a	6,43b	6,01a	5,65a	5,81a	4,51
Amônia tóxica (ppm)	0,003a	0,003a	0,003a	0,004a	0,004a	0,004a	56,84
Condutividade (µS/cm)	2,79a	3,91a	2,87a	2,82a	3,00a	3,56a	39,23

Médias na linha seguidas da mesma letra não diferem do tratamento controle positivo pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

¹ pH = $-0,0005x^2 + 0,0106x + 6,4707$, $R^2 = 0,99$ (P=0,019);

² O₂ = $-0,0009x^2 - 0,0025x + 6,2595$, $R^2 = 0,82$ (P=0,005);

Coloração da pele dos peixes

Não foi observado efeito de suplementação de cúrcuma sobre os índices de coloração da pele (C – ciano, M – magenta, Y – amarelo e K – preto) das regiões dorsal e ventral de fêmeas de *Trichogaster labiosa*. Para os machos, não foi observado efeito de suplementação da cúrcuma sobre os índices de coloração C, M, Y e K ventrais e Y e K dorsais.

Para o índice de coloração C dorsal dos machos observou-se efeito linear positivo da suplementação de cúrcuma na dieta (Figura 8). Como os pigmentos presentes na cúrcuma são amarelo-alaranjados, não era esperado que sua suplementação tivesse efeito sobre a coloração ciano. Entretanto, os carotenoides em combinação com proteínas (carotenoproteínas) podem produzir cores em peixes e crustáceos como azul, verde, púrpura e marrom (Ponce-Palafox, Arredondo-Figueroa & Vernon-Carter 2006).

Assim, é possível que os pigmentos presentes na cúrcuma sejam combinados com proteínas pelo *T. labiosa*, aumentando a coloração ciano. Outra possível explicação seria um processo semelhante ao que ocorre em camarões da espécie *Penaeus monodon*, que normalmente apresentam coloração marrom esverdeada, mas em condições de deficiência de carotenoides apresenta coloração azul. Este fenômeno é conhecido como síndrome da cor azul (Howell & Matthews 1991) e provavelmente se dê pela exposição de cromatóforos (iridóforos ou cianóforos) subjacentes em função da falta de carotenoides para pigmentar os xantóforos e eritróforos (Rezende 2010). Como os pigmentos contidos na cúrcuma não são carotenoides, é possível que mesmo suprindo pigmentos amarelos, estes não sejam suficientes para pigmentar os xantóforos da pele de *T. labiosa*.

Para o índice de coloração M dorsal dos machos observou-se efeito quadrático da suplementação de cúrcuma na dieta, sendo o valor estimado que maximiza essa variável igual a 3,13 g de cúrcuma/kg (Figura 9). Mukherjee *et al.* (2009), avaliando níveis de cúrcuma (0,0; 0,3; 0,6; 0,9; 1,0 e 2,0g de cúrcuma/kg de ração) em dietas para guppy (*Poecilia reticulata*) observaram que a suplementação de 0,9g de cúrcuma/kg de ração proporcionou a maior concentração de pigmentos na nadadeira caudal dos peixes. Esses resultados demonstram que a cúrcuma apresenta potencial como pigmentante da pele de *T. labiosa*. Entretanto, no presente estudo, concentrações superiores a 3,13 g de cúrcuma/kg de ração reduziram a coloração M na região dorsal de machos. Esse resultado pode estar relacionado à diminuição do consumo de ração aparente para os tratamentos com níveis mais altos de cúrcuma. Assim, a cúrcuma pode ser utilizada como pigmentante da pele de peixes em baixas concentrações. Novos estudos são necessários para avaliação da cúrcuma como pigmentante da pele, em associação com

outras fontes naturais de pigmento, para que se possa alcançar a pigmentação adequada da pele de peixes ornamentais.

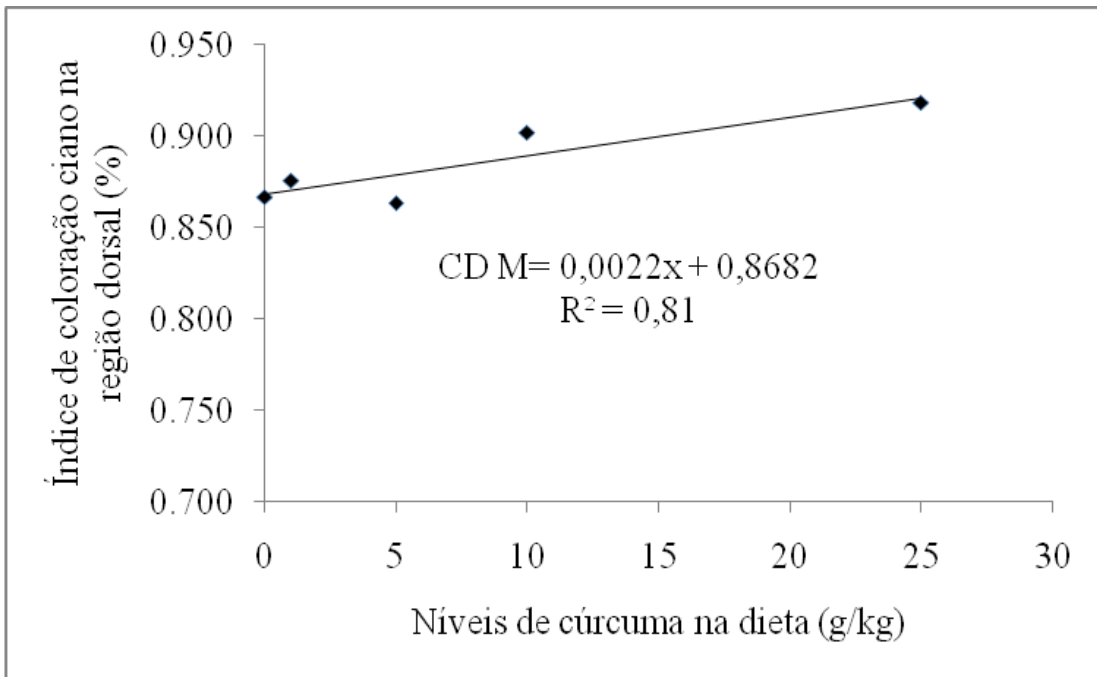


Figura 8. Índice de coloração ciano da região dorsal de machos de *Trichogaster labiosa* alimentados com dietas suplementadas com rizoma de *Curcuma longa*.

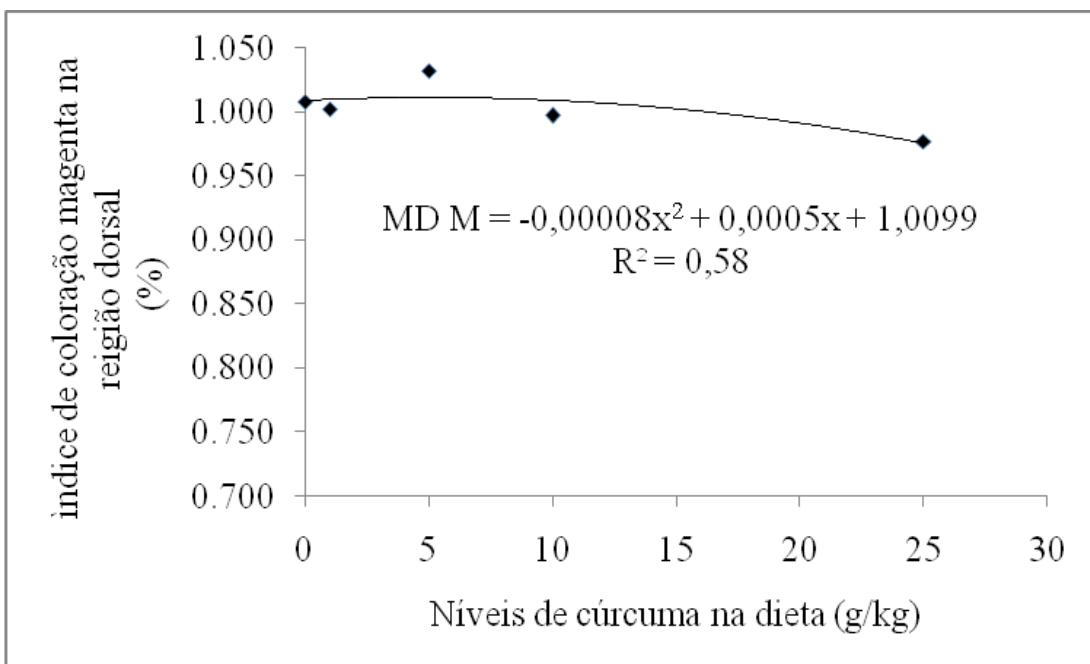


Figura 9. Índice de coloração magenta da região dorsal de machos (MDM) de *Trichogaster labiosa* alimentados com dietas suplementadas com rizoma de *Curcuma longa*.

Quando comparados os resultados dos índices de coloração da pele dos peixes alimentados com cúrcuma e aqueles alimentados com a dieta do controle positivo, não foi observada interação significativa entre o efeito das dietas e o sexo. Observou-se efeito dos pigmentos na dieta sobre os índices de coloração da pele Y ventral e M dorsal dos peixes. Para Y ventral, os peixes alimentados com dietas 0,0; 1,0; 5,0 e 10,0 g de cúrcuma/kg apresentaram valores inferiores ao do controle positivo. Para M dorsal, os peixes alimentados com as dietas 10,0 e 25,0 g de cúrcuma/kg apresentaram valores inferiores ao controle positivo (Tabela 4). Assim, a suplementação de cúrcuma não promoveu melhoria na coloração da pele quando comparado com a dieta controle positivo, onde o milho e o glúten de milho suprem os pigmentos para os peixes. Provavelmente a menor coloração da pele dos peixes alimentados com cúrcuma se deva ao fato de que a curcumina, o pigmento mais abundante na cúrcuma, apresente baixa biodisponibilidade devido à baixa absorção, rápido metabolismo e rápida eliminação sistêmica (Anand, Kunnumakkara, Newman, Aggarwal 2007).

Dessa forma, apesar da cúrcuma apresentar efeito pigmentante da pele de *T. labiosa* e de guppy, *Poecilia reticulata* (Mukherjee *et al.* 2009), não é necessária sua suplementação em dietas para peixes ornamentais, uma vez que a maior partes das dietas comerciais para peixes apresenta milho e, em muitos casos, glúten de milho em sua composição (Kubitza 1999; Hardy & Barrows 2002).

Não foi observado efeito de sexo apenas para o índice de coloração da pele Y dorsal. Os machos apresentaram maiores índices de coloração C, M, Y e K ventrais e M dorsal do que as fêmeas, enquanto os índices C e K dorsais foram menores nos machos

(Tabela 4). A coloração da pele é uma característica importante na relação social do grupo uma vez que sinaliza status social e nos machos a pigmentação mais intensa os tornam mais atrativos para as fêmeas (Rodrigues, Carvalho, Zuanon & Claro-Del 2009). Como foi observado, fêmeas de *Colisa lalia*, atualmente classificados como *Trichogaster lalius* (Baron *et al.* 2008), guppy (Houde 1999), *Gasterosteus aculeatus* (McLennan & McPhail 1990) e *Betta splendens* (Clotfelter, Ardia & Mcgraw 2007) preferiam machos de coloração da pele vermelha mais intensa.

Tabela 4. Valores médios do arco seno dos índices de coloração no padrão CMYK das regiões ventral e dorsal da pele de machos e fêmeas de *Trichogaster labiosa* em função dos pigmentos presentes nas dietas teste

Dieta	Sexo	Índices de coloração da pele na superfície ventral do peixe				Índices de coloração da pele na superfície dorsal do peixe			
		C	M	Y	K	C	M	Y	K
CP	Macho	0.606	0.974	1.490	0.547	0.873	1.018	1.012	1.097
	Fêmea	0.578	0.849	1.505	0.385	0.904	0.998	1.004	1.117
0,0	Macho	0.600	0.959	1.363	0.512	0.867	1.008	1.030	1.084
	Fêmea	0.571	0.858	1.322	0.381	0.921	0.977	1.013	1.107
1,0	Macho	0.599	0.938	1.387	0.483	0.876	1.003	1.034	1.096
	Fêmea	0.581	0.827	1.333	0.361	0.926	0.974	1.016	1.111
5,0	Macho	0.598	0.973	1.456	0.525	0.855	1.035	1.024	1.074
	Fêmea	0.566	0.817	1.256	0.334	0.904	0.995	1.001	1.105
10,0	Macho	0.594	0.949	1.360	0.484	0.907	0.993	1.000	1.104
	Fêmea	0.579	0.846	1.276	0.372	0.946	0.969	0.994	1.129
25,0	Macho	0.616	0.948	1.455	0.528	0.921	0.977	1.004	1.103
	Fêmea	0.589	0.834	1.337	0.381	0.932	0.983	0.992	1.124
CV (%)		6.976	5.229	11.908	17.970	6.452	2.634	4.540	4.116
Efeito da dieta		ns	ns	P<0,05	ns	ns	P<0,05	ns	ns

CP		0.592a	0.911a	1.497a	0.466a	0.888a	1.008a	1.008a	1.107a
0,0		0.586a	0.909a	1.342b	0.446a	0.894a	0.993a	1.021a	1.095a
1,0		0.590a	0.883a	1.360b	0.422a	0.901a	0.988a	1.025a	1.103a
5,0		0.582a	0.895a	1.356b	0.429a	0.879a	1.015a	1.012a	1.089a
10,0		0.586a	0.894a	1.315b	0.424a	0.928a	0.980b	0.997a	1.117a
25,0		0.603a	0.894a	1.399a	0.459a	0.926a	0.980b	0.999a	1.113a
Efeito do sexo		P<0,05	P<0,05	P<0,05	P<0,05	P<0,05	P<0,05	ns	P<0,05
Macho		0,603a	0,957a	1,421a	0,514a	0,883b	1,005a	1,017a	1,093b
Fêmea		0,577b	0,838b	1,338b	0,369b	0,922a	0,983b	1,003a	1,115a
Efeito da interação entre o efeito da dieta e do sexo		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem do tratamento controle positivo pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade;
ns: não significativo pela análise de variância ao nível de 5% de probabilidade;

Análise das respostas de estresse após transporte

Após a simulação do transporte dos peixes não foi observada mortalidade dos animais em nenhum tratamento. Para os índices de coloração da pele de machos de *Trichogaster labiosa* após o transporte, observou-se interação significativa pelo teste F entre o efeito das dietas e do transporte apenas para o índice C ventral. Entretanto, para o teste Dunnett não houve interação significativa. A ausência de interação significativa entre os efeitos da dieta e do transporte indica que a cúrcuma não contribuiu para a manutenção da pigmentação da pele após exposição ao estresse. Entretanto, Dharmaraj & Dhevendaran (2011) observaram que fêmeas de *Xiphophorus helleri* alimentadas com dietas suplementadas com carotenoides microbianos (*Streptomyces* sp.) apresentaram recuperação mais rápida dos carotenoides da pele após estresse por exposição à luz do sol e por hipoclorito de cálcio na água.

Após a simulação do transporte dos peixes, a dieta 25,0 g de cúrcuma/kg resultou em maior índice de coloração C dorsal de machos do que a dieta controle positivo. Para o índice de coloração M dorsal, os machos alimentados com as dietas 1,0 e 25,0 g de cúrcuma/kg apresentaram menores valores que os peixes do controle positivo (Tabela 5).

Para a pigmentação da pele dos machos de *T. labiosa* observou-se efeito do transporte para a maioria dos índices de coloração, exceto para o K ventral. Os valores de C e K dorsais foram reduzidos e os valores de C, M, Y ventrais e M e Y dorsais foram aumentados em relação à pigmentação da pele antes do transporte (Tabela 5). Para o índice K ventral da pele de fêmeas de *Trichogaster labiosa* após o transporte observou-se interação significativa entre o efeito das dietas e do transporte pelo teste F.

Entretanto, para o teste Dunnett não houve interação significativa. Para a maioria dos índices de coloração, exceto para o K ventral, observou-se efeito do transporte. Os valores de C ventral e C, M e K dorsais foram reduzidos e os valores de M, Y ventrais e Y dorsal foram aumentados em relação à pigmentação da pele antes do transporte (Tabela 6). O aumento de alguns índices de coloração da pele de machos e fêmeas de *T. labiosa* após o transporte não era esperado, uma vez que peixes submetidos ao estresse apresentam redução na coloração da pele como observado em *Pagrus pagrus* (Van Der Salm, Pavlidis, Flik & Wendelaar- Bonga 2006) e *Xiphophorus helleri* (Dharmaraj & Dhevendaran 2011). Provavelmente, o aumento de alguns índices de coloração deva ter ocorrido não em função do transporte, mas sim devido ao maior tempo de alimentação, uma vez que os peixes receberam as dietas teste por mais 55 dias antes da simulação do transporte. Como a curcumina apresenta baixa biodisponibilidade (Anand *et al.* 2009), é possível que a mesma tenha acumulado lentamente nos cromatóforos da pele de *T. labiosa* acarretando em melhores índices de coloração.

Tabela 5 Valores médios do arco seno dos índices de coloração no padrão CMYK das regiões ventral e dorsal da pele de machos de *Trichogaster labiosa* em função dos pigmentos presentes nas dietas teste, antes e depois do transporte

Dieta	Transporte	Índices de coloração da pele na superfície ventral do peixe				Índices de coloração da pele na superfície dorsal do peixe			
		C	M	Y	K	C	M	Y	K
CP	Antes	0.614	0.975	1.494	0.559	0.862	1.026	1.012	1.099
	Depois	0.777	1.109	1.571	0.576	0.777	1.109	1.571	0.576
0,0	Antes	0.596	0.944	1.346	0.489	0.853	1.019	1.038	1.081
	Depois	0.827	1.107	1.520	0.638	0.827	1.107	1.520	0.638
1,0	Antes	0.597	0.953	1.386	0.492	0.873	0.997	1.038	1.092
	Depois	0.794	1.033	1.515	0.580	0.794	1.032	1.515	0.580
5,0	Antes	0.611	0.979	1.466	0.554	0.853	1.035	1.012	1.079
	Depois	0.737	1.046	1.571	0.455	0.737	1.046	1.571	0.455
10,0	Antes	0.589	0.952	1.321	0.479	0.929	0.989	0.987	1.132
	Depois	0.762	1.110	1.571	0.485	0.757	1.071	1.571	0.445
25,0	Antes	0.613	0.952	1.478	0.527	0.926	0.971	1.003	1.101
	Depois	0.868	1.039	1.489	0.634	0.868	1.039	1.489	0.634
CV (%)		7.514	6.464	8.759	23.011	6.755	5.393	6.412	14.383
Efeito da dieta		P<0,05	ns	ns	ns	P<0,05	P<0,05	ns	ns

CP	0.696a	1.042a	1.533a	0.568a	0.819a	1.067a	1.292a	0.838a
0,0	0.712a	1.026a	1.433a	0.564a	0.839a	1.063a	1.279a	0.859a
1,0	0.695a	0.993a	1.450a	0.536a	0.833a	1.015b	1.276a	0.836a
5,0	0.674a	1.013a	1.519a	0.505a	0.795a	1.041a	1.292a	0.767a
10,0	0.675a	1.031a	1.446a	0.482a	0.843a	1.029a	1.279a	0.788a
25,0	0.740a	0.996a	1.484a	0.580a	0.897b	1.005b	1.247a	0.868a
Efeito do transporte	P<0,05	P<0,05	P<0,05	ns	P<0,05	P<0,05	P<0,05	P<0,05
Antes	0.603b	0.959b	1.415b	0.517	0.883a	1.006b	1.015b	1.098a
Depois	0.794a	1.074a	1.539a	0.561	0.793b	1.067a	1.539a	0.555b
Efeito da interação entre o efeito da dieta e do transporte	P<0,05	ns	ns	ns	P<0,05	ns	ns	ns

Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem do tratamento controle positivo pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade;
ns: não significativo pela análise de variância ao nível de 5% de probabilidade;

Tabela 6 Valores médios do arco seno dos índices de coloração no padrão CMYK das regiões ventral e dorsal da pele de fêmeas de *Trichogaster labiosa* em função dos pigmentos presentes nas dietas teste, antes e depois do transporte

Dieta	Transporte	Índices de coloração da pele na superfície ventral do peixe				Índices de coloração da pele na superfície dorsal do peixe			
		C	M	Y	K	C	M	Y	K
CP	Antes	0.567	0.831	1.483	0.352	0.906	1.003	0.996	1.129
	Depois	0.517	0.977	1.571	0.364	0.770	0.977	1.571	0.364
0,0	Antes	0.585	0.869	1.359	0.412	0.935	0.982	0.996	1.126
	Depois	0.505	0.954	1.371	0.318	0.826	0.954	1.371	0.318
1,0	Antes	0.579	0.814	1.289	0.342	0.937	0.966	1.007	1.117
	Depois	0.559	0.913	1.493	0.401	0.844	0.913	1.493	0.401
5,0	Antes	0.55	0.811	1.309	0.31	0.909	0.992	0.999	1.109
	Depois	0.546	0.947	1.496	0.387	0.804	0.947	1.496	0.387
10,0	Antes	0.576	0.859	1.28	0.384	0.963	0.971	0.976	1.141
	Depois	0.519	0.949	1.518	0.357	0.775	0.944	1.518	0.371
25,0	Antes	0.598	0.836	1.362	0.395	0.924	0.988	0.994	1.118
	Depois	0.529	0.897	1.383	0.336	0.793	0.897	1.383	0.336
CV (%)		7.032	6.040	11.922	19.102	7.115	4.903	9.249	7.091
Efeito da dieta		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

CP	0.542	0.904	1.527	0.358	0.838	0.990	1.284	0.746
0,0	0.545	0.912	1.365	0.365	0.880	0.968	1.183	0.722
1,0	0.569	0.864	1.391	0.371	0.891	0.939	1.249	0.7585
5,0	0.548	0.879	1.402	0.349	0.856	0.969	1.247	0.748
10,0	0.548	0.904	1.399	0.370	0.869	0.957	1.247	0.756
25,0	0.563	0.866	1.372	0.366	0.858	0.942	1.189	0.727
Efeito do transporte	P<0,05	P<0,05	P<0,05	ns	P<0,05	P<0,05	P<0,05	P<0,05
Antes	0.576a	0.837b	1.347b	0.366	0.929a	0.984a	0.995b	1.123a
Depois	0.529b	0.939a	1.472a	0.360	0.802b	0.939b	1.472a	0.363b
Efeito da interação entre o efeito da dieta e do transporte	ns	ns	ns	P<0,05	ns	ns	ns	ns

Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem do tratamento controle positivo pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade;
ns: não significativo pela análise de variância ao nível de 5% de probabilidade;

Não foram observados efeitos da suplementação de cúrcuma sobre as concentrações de lactato e glicose sanguíneos dos peixes após a simulação de transporte. Quando comparadas as concentrações de lactato e glicose sanguíneos dos peixes alimentados com cúrcuma com a dieta do controle positivo, também não foram observadas diferenças significativas (Tabela 7). Embora a cúrcuma tenha atividade antioxidante (Mesa, *et al.*, 2000; Araújo & Leon, 2001; Luthra *et al.*, 2001; Chattopadhyay *et al.*, 2004; Paolinelli *et al.*, 2006) e influencie o metabolismo da glicose (Chattopadhyay *et al.*, 2004; Wickenberg, *et al.* 2010), esses resultados indicam que a mesma não influenciou as respostas de estresse dos animais. No entanto, estudos com a suplementação de carotenóides na dieta de peixes ornamentais mostram a redução do estresse em várias espécies como *Poecilia reticulata* submetidos a estresse em solução salina (Dagar *et al.*, 2010), *Hyphessobrycon callistus* submetidos a hipóxia durante transporte (Pan *et al.*, 2010) e *Hyphessobrycon eques* expostos a alta concentração de amônia (Pan *et al.*, 2011).

Tabela 7. Valores médios das concentrações de lactato e glicose sanguíneos de *Trichogaster labiosa* em função dos diferentes pigmentos presentes nas dietas teste após transporte

	Níveis de cúrcuma nas dietas experimentais					Controle positivo	CV (%)
	0,0	1,0	5,0	10,0	25,0		
^{ns} Lactato (mmol/L)	0,87	1,37	1,75	1,65	1,70	1,47	52,30
^{ns} Glicose (mg/dL)	51,76	33,00	46,22	41,78	42,89	45,11	38,51

ns: não significativo pela análise de variância ao nível de 5% de probabilidade;

Após a simulação de transporte dos peixes observou-se efeito quadrático da suplementação de cúrcuma na dieta sobre o pH da água, sendo o valor estimado para

maximizar essa variável igual a 16,99 gramas de cúrcuma/kg de dieta (Figura 10). Quando comparados as variáveis de qualidade de água após transporte dos peixes alimentados com cúrcuma e com a dieta do controle positivo, também não foram observadas diferenças significativas (Tabela 8).

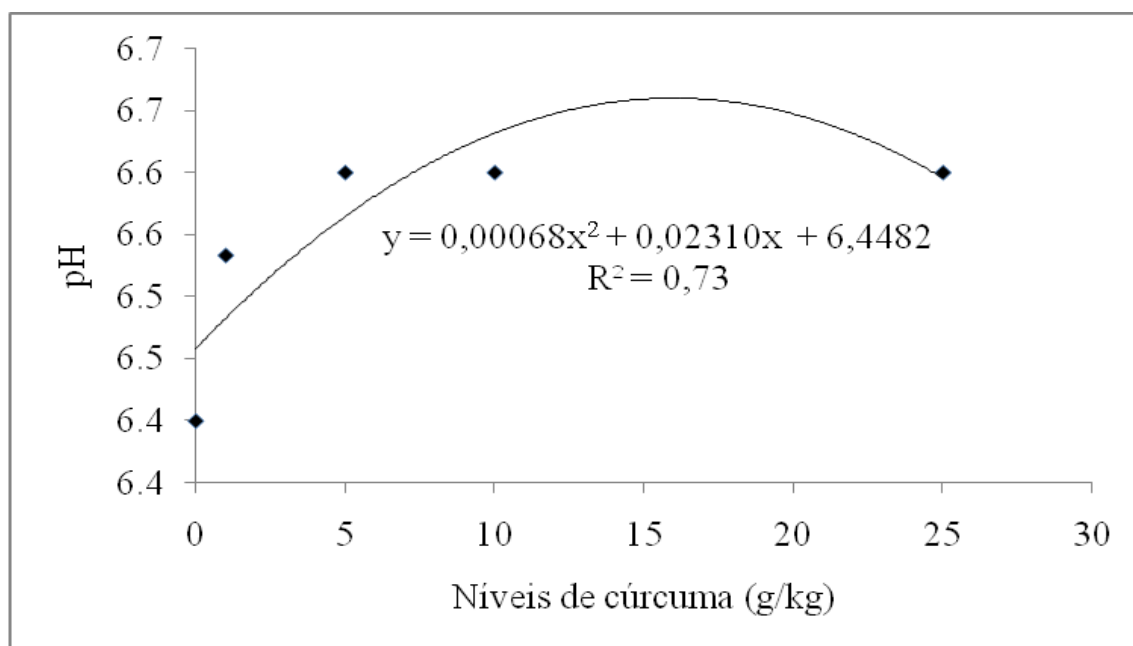


Figura 10. pH da água após transporte de *Trichogaster labiosa* alimentados com dietas suplementadas com rizoma de *Curcuma longa*.

Tabela 8. Valores médios das variáveis de qualidade de água após transporte de *Trichogaster labiosa* em função dos diferentes pigmentos presentes nas dietas teste

	Níveis de cúrcuma nas dietas experimentais					Controle positivo	CV (%)
	0,0	1,0	5,0	10,0	25,0		
¹ pH	6,4	6,5	6,5	6,6	6,6	6,5	1,47
^{ns} O ₂ dissolvido (mg/l)	5,35	6,22	5,19	4,59	4,25	4,08	33,09
^{ns} Amônia tóxica (ppm)	0,007	0,009	0,008	0,009	0,010	0,028	122,98

ns: não significativo pela análise de variância ao nível de 5% de probabilidade;

¹ pH = 0,00068x² + 0,02310x + 6,4482, R² = 0,73 (P = 0,0251)

Apesar de vários estudos mostrarem efeitos benéficos da cúrcuma/curcumina como atividades antioxidante (Srimal & Dhawan 1973; Sharma 1976), antimicrobiana (Jordan & Drew 1996; Reddy, Vatsala, Keshamouni, Padmanaban & Rangarajan 2005), anti-inflamatória (Srimal & Dhawan 1973; Sharma 1976), antireumática (Deodhar, Sethi & Srimal 1980) e anticarcinogênica (Jordan & Drew 1996; Reddy *et al.* 2005), além de efeitos hipoglicêmicos (Srinivasan 1972; Babu & Srinivasan 1997), protetor do fígado e dos rins (Kiso, Suzuki, Watanabe, Oshima & Hikino 1983; Venkatesan, Punithavathi & Arumugam 2000) e contra infarto do miocárdio (Dikshit, Rastogi, Shukla & Srimal 1995; Nirmala & Puvanakrishnan 1996), os resultados obtidos com o uso de cúrcuma em dietas para *T. labiosa* não foram promissores. É possível que a baixa biodisponibilidade da curcumina (Anand *et al.* 2009), bem como as baixas concentrações de rizoma de cúrcuma utilizadas no presente estudo tenham limitado o alcance dos resultados. Portanto, novos estudos são necessários para avaliar concentrações mais altas de cúrcuma na dieta, bem como melhorar a biodisponibilidade da curcumina utilizando complexos de curcumina com fosfolipídios ou outras maneiras como as recomendadas por Anand *et al.* (2009).

Conclusões

A *Curcuma longa* não atua como promotor de crescimento para *Trichogaster labiosa*.

A *Curcuma longa* apresenta potencial para pigmentação da pele de *Trichogaster labiosa*, porém não se recomenda sua suplementação em dietas para a espécie em estudo.

A *Curcuma longa* não atua como redutor das respostas de estresse para *Trichogaster labiosa*.

Referências

- Agius R. V., Watanabe T., Satoh S., Kiron V., Imaizumi H., Yamazaki T. & Kawano K. (2001) Supplementation of paprika as a carotenoid source in soft-dry pellets for broodstock yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Aquaculture Research* **32**, 263-272.
- Ahmadi M. R., Bazzyar A. A., Safi S., Ytrestøy T. & Bjerkeng B. (2006) Effects of dietary astaxanthin supplementation on reproductive characteristics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal Application Ichthyology* **22**, 388–394.
- Anand P., Kunnumakkara A.B., Newman R.A & Aggarwal B.B.(2007) Bioavailability of curcumin: problems and promises. *Molecular Pharmaceutics* **4**, 807-818.
- Araújo C.A.C. & Leon L.L. (2001). *Biological Activities of Curcuma longa L.* Memorial Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, n.5, 96, 723-728.
- Babu P. S. & Srinivasan K. (1997) Hypolipidemic action of curcumin, the active principle of turmeric (*Curcuma longa*) in streptozotocin induced diabetic rats. *Molecular and Cellular Biochemistry* **166**, 169– 175.
- Baron M., Davies S. & Alexander L. (2008) The effect of dietary pigments on the coloration and behavior of flame-red dwarf gourami, *Colisa lalia*. *Animal Behaviour* **75**, 1041- 1051.
- Cardoso R.S. (2011) *Caracterização da aqüicultura ornamental na zona da Mata mineira*. Dissertação de Mestrado. Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

Chattopadhyay I., Biswas K., Bandyopadhyay U. & Banerjee R.K. (2004) Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications. *Current Science* **87**, 44-53.

Chatzifotis S., Pavlidis M., Donate- Jimenso C., Vardanis G., Sterioti A. & Divanach P. (2005) The effect to different carotenoid sources on skin coloration of cultured red porgy (*Pagrus pagrus*). *Aquaculture Research* **36** , 1517–1525.

Clotfelter E.D., Ardia D.R. & Mcgraw K.J. (2007) Red fish, blue fish: trade-offs between pigmentation and immunity in *Betta splendens*. *Behavioral Ecology* **18**, 1139-1145.

CNNPA - Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos Gerência-Geral Alimentos. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - CNNPA nº 12, p.75, 1978. D.O. de 24/07/1978.

Dagar A., Zilberg D., Cohen Z., Boussiba S. & Khozin-Goldberg, I. (2010) Short-term dietary supplementation with the microalga *Parietochloris incisa* induces stress resistance in guppies (*Poecilia reticulata*). *Aquaculture Research* **41**, 267-277.

De La Mora I.G., Figueroa A.J.L., Palafox P.J.T., Soca B.I.D.A. & Carter, V.J.E. (2006) Comparison of red chilli (*Capsicum annuum*) oleoresin and astaxanthin on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillet pigmentation. *Aquaculture Research* **258**, 487-495.

Deodhar S. D., Sethi R. & Srimal R. C. (1980) Preliminary study on antirheumatic activity of curcumin (diferuloyl methane). *The Indian Journal of Medical Research* **71**, 632–634.

Dharmaraj S. & Dhevendaran K. (2011). Application of microbial carotenoids as a source of colouration and growth of ornamental fish *Xiphophorus helleri*. *World Journal of Fish and Marine Sciences* **3**, 137-144.

Dikshit M., Rastogi L., Shukla R. & Srimal R. C.(1995) Prevention of ischaemia-induced biochemical changes by curcumin & quinidine in the cat heart. *Indian Journal of Medical Research* **101**, 31–35.

Di Mario F., Cavallaro L.G., Nouvenne A., Stefani N., Cavestro G.M. Maino V.I.M., Comparato G., Fanigliulo L., Morana E., Pilotto A., Martelli L., Martelli M., Leandro G. & Franzè A. (2007) A curcumin-based 1-week triple therapy for eradication of *Helicobacter pylori* infection: something to learn from failure? *Helicobacter* **12**, 238–243.

Glendinning J.I., Simons Y.M., Youngentob L. & Youngentob S.L. (2012) Fetal ethanol exposure attenuates aversive oral effects of TrpV1, but not TrpA1 agonists in rats *Experimental Biology and Medicine* **1**, 236–240.

Gonçalves A.T., Maita M., Futame K., Endo M. & Katagiri T. (2011) Effects of a probiotic bacterial *Lactobacillus rhamnosus* dietary supplement on the crowding stress response of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Fisheries Science* **77**, 633–642.

Govindarajan V.S. (1980) Turmeric – chemistry, technology and quality. CRC – Critical. *Review in Food Science and Nutrition* **12**, n.3, 199 – 301.

Güroy B., Şahin İ., Mantoğlu S., & Kayal S. (2012) Spirulina as a natural carotenoid source on growth, pigmentation and reproductive performance of yellow tail cichlid *Pseudotropheus acei*. *Aquaculture International* **20**, 869 – 878.

Hardy R.W. & Barrows F.T. Bioenergetics (2002). In: *Fish Nutrition*, 3ª edição (editado por Halver, J.E.; Hardy, R.W.), Academic Press California , USA, pp. 1-59.

Hauptli L. (2006) *Extratos vegetais para porcas e leitões na creche*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

Houde A. (1997) *Sex, Colour, and Mate Choice in Guppies*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

Howell B.K. & Matthews A.D. (1991) The carotenoids of wild and blue disease affected farmed tiger shrimp *Penaeus monodon fabricius*. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Biochemistry & Molecular Biology* **98**, 375-30.

Jang E.M., Choi M.S., Jung U.J., Kim M.J., Kim H.J., Jeon S.M., Shin S.K., Seong C.N. & Lee M.K. (2008) Beneficial effects of curcumin on hyperlipidemia and insulin resistance in high-fat-fed hamsters. *Metabolism Clinical and Experimental* **57**, 1576–1583.

Jordan W. C. & Drew C. R. (1996) Curcumin—a natural herb with anti- HIV activity. *Journal of the National Medical Association* **88** , 333.

Kim M. & Kim Y. (2010) Hypocholesterolemic effects of curcumin via up-regulation of cholesterol 7 α -hydroxylase in rats fed a high fat diet. *Nutrition Research and Practice* **4**, 191-195.

Kiso Y., Suzuki Y., Watanabe N., Oshima Y. & Hikino H.(1983) Antihepatotoxic principles of *Curcuma longa* rhizomes. *Planta Medica* **49**,185–187.

Kop A. & Durmaz Y. (2008) The effect of synthetic and natural pigments on the colour of the cichlids (*Cichlasoma severum* sp., Heckel, 1840) . *Aquaculture International* **16**, 117-122.

Kubitza F. (1999). *Nutrição e Alimentação dos Peixes Cultivados*. 3ª edição. Jundiaí: Fernando Kubitza, 123p.

Luthra P.M., Singh R. & Chandra R. (2001). Therapeutic uses of *Curcuma longa* (turmeric). *Indian Journal of Clinical Biochemist* **16**, 153-160.

Martins M.C. & Rusig O. (1992) Cúrcuma – um corante natural. *Boletim da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Alimentos* **26**, 53-65.

Mata A.R., Nelson D.L., Afonso R.J.C.F., Glória M.B.A. & Junqueira R.G. (2004) Identificação de compostos voláteis da cúrcuma empregando microextração por fase sólida e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* **24**, 151 – 157.

Mclennan D. A. & Mcphail J.D. (1990). Experimental investigations of the evolutionary significance of sexually dimorphic nuptial coloration in *Gasterosteus aculeatus* L.: the relationship between male colour and female behaviour. *Canadian Journal of Zoology* **68**, 482 – 492.

Mesa M.D., Ramírez-Tortosa M.C., Aguilera C.M., Ramírez-Boscá A.Y. & Gil A. (2000) Efectos farmacológicos y nutricionales de los extractos de *Curcuma longa* y de los cucuminoides. *Ars Pharmaceutica Journal* **41**, 307-321.

Miranda E. C., Pezzato, A. C., Pezzato L.E. & Furuya W.M. (2000) Disponibilidade aparente de fósforo em ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientist* **22**, 669-675.

Mukherjee A., Mandal B. & Banerjee S. (2009) Turmeric as a carotenoid source on pigmentation and growth of fantail guppy, *Poecilia reticulata*. *Proceeding Zoological Society* **62**, 119–123.

Naghetini C.C. (2006) *Caracterização físico-química e atividade antifúngica dos óleos essenciais da cúrcuma*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

Nirmala C. & Puvanakrishnan R. (1996) Effect of curcumin on certain lysosomal hydrolases in isoproterenol-induced myocardial infarction in rats. *Biochemical Pharmacology* **51**, 47–51.

Pan C.H. & Chien Y.H. (2009) Effects of dietary supplementation of alga *Haematococcus pluvialis* (Flotow), synthetic astaxanthin and β -carotene on survival, growth, and pigment distribution of red devil, *Cichlasoma citrinellum* (Günther). *Aquaculture Research* **40**, 871-879.

Pan C.H., Chien Y.H. & Wang Y.J. (2010) The antioxidant capacity response to hypoxia stress during transportation of characins (*Hyphessobrycon callistus* Boulenger) fed diets supplemented with carotenoids. *Aquaculture Research* **41**, 973-981.

Pan C.H., Chien Y.H. & Wang Y.J. (2011) Antioxidation defense to ammonia stress of characins (*Hyphessobrycon eques* Steindachner) fed diets supplemented with carotenoids. *Aquaculture Nutrition* **17**, 258–266.

Paolinelli S.T., Reen R. & Santos T.M. (2006) *Curcuma longa* ingestion protects *in vitro* hepatocyte membrane peroxidation. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* **42**, 429-435.

Pezzato L. E., Miranda E. C., Barros M. M., Pinto Q. L. G., Furuya W. M. & Pezzato A. C. (2002) Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia* **31**, 1595-1604.

Ponce-Palafox J.T., Arredondo-Figueroa J.L. & Vernon-Carter, E.J. (2006) Carotenoids from plants used in the diets for the culture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* **5**, 157-165.

Radwan N.L., Hassan R.A, Qota E.M. & Fayek H.M. (2008) Effect of natural antioxidant on oxidative stability of eggs and productive and reproductive performance of laying hens. *International Journal of Poultry Science* **7**, 134-150.

Reddy R. C., Vatsala P. G., Keshamouni V. G., Padmanaban G. & Rangarajan P. N. (2005) Curcumin for malaria therapy. *Biochemical and Biophysical Research Communications* **326**, 472-474

Rezende F. P. (2010) *Intensificação da coloração em peixes ornamentais com uso de rações enriquecidas com pigmentos naturais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, MG.

Rezende F. P., Vidal Júnior M. V., Andrade D. R., Mendonça P.P. & Santos M. V. B. (2012) Characterization of a New Methodology Based on the Intensity of Skin Staining of Ornamental Fish with Applications in Nutrition. *Journal of Agricultural Science and Technology* **2**, 606-613.

Riasi A., Kermanshahi H. & Mahdavi A. H. (2012) Production performance, egg quality and some serum metabolites of older commercial laying hens fed different levels of turmeric rhizome (*Curcuma longa*) powder. *Journal of Medicinal Plants Research* **6**, 2141-2145.

Ricker W.E. (1979) Growth rates and models, In: *Fish Physiology*, v. 8: Bioenergetics and Growth (Eds: Hoar W.S., Randall D.J. & Brett J.R), 677-743. Academic Press, London.

Rodrigues R. R., Carvalho L. N., Zuanon, J. & Del-Claro K. (2009) Color changing and behavioral context in the Amazonian Dwarf Cichlid *Apistogramma hippolytae* (Perciformes). *Neotropical Ichthyology* **7**, 641-646.

Rostagno H.S., Albino L.F.T., Donzele J.L., Gomes P.C., Oliveira R.F.M., Lopes D.C., Ferreir, A.S. & Barreto S.L.T. (2005) *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: tabelas brasileiras para aves e suínos*. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 186p.

Rüber L., Britz R. & Zardoya R. (2006) Molecular phylogenetics and evolutionary diversification of labyrinth fishes (Perciformes: Anabantoidei). *Systems Biology* **55**, 374-397.

Scabini V., Fernandez-Palacios H., Robaina L., Kalinowski T. & Izquierdo M. S.(2011) Reproductive performance of gilthead seabream (*Sparus aurata* L., 1758) fed two combined levels of carotenoids from paprika oleoresin and essential fatty acids. *Aquaculture Nutrition* **17**, 304–312.

Sharma O. P. (1976) Antioxidant activity of curcumin and related compounds. *Biochemical Pharmacology* **25**, 1811–1812.

Signor A., Pezzato L.D., Falcon D.R., Guimarães I.G. & Barro M.M. (2010) Parâmetros hematológicos da tilápia-do-nilo: efeito da dieta suplementada com levedura e zinco e do estímulo pelo frio. *Ciência Animal Brasileira* **11**, 509-519.

Silva R.R., Oliveira T.T., Nagem T.J., Pinto A.S., Albino F.T., Almeida M.R. & Leão M.A. (2001) Curcumina e norbixina: ação no metabolismo lipídico de aves domésticas. *Medicina* **34**, 177-182.

Sinha A. & Asimi O. (2007) China rose (*Hibiscus rosasinensis*) petals: a potent natural carotenoid source for goldfish (*Carassius auratus* L.). *Aquaculture Research* **38**, 1123-1128.

Srimal R. C. & Dhawan B. N. (1973) Pharmacology of diferuloyl methane (curcumin), a non-steroidal anti-inflammatory agent. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* **25**, 447–452.

Srinivasan M. (1972) Effect of curcumin on blood sugar as seen in a diabetic subject. *Indian Journal of Medical Sciences* **26**, 269–270.

Sujath B.J.S., Shalin J.J. & Palavesam A. (2011) Influence of four ornamental flowers on the growth and colouration of orange sword tail Chicilidae fish (*Xiphophorus helleri*, Heckel, 1940). *International Journal of Biological & Medical Research* **2**, 621-626.

Szallasi A., Cortright D.N., Blum C. A. & Eid S. R. (2007) The vanilloid receptor TRPV1: 10 years from channel cloning to antagonist proof-of-concept. *Nature Reviews Drug Discovery* **6**, 357–372.

Teo L.H., Chen T.W. & Lee B.H. (1989) Packaging of the guppy, *Poecilia reticulata*, for air transport in a closed system. *Aquaculture* **78**, 321-332.

Valente S.T.X. (1998) *Efeito de corantes naturais nos níveis de colesterol e triacilgliceróis séricos em ratos hiperglicêmicos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Van Der Salm A.L., Pavlidis M., Flik G. & Wendelaar- Bonga S.E. (2006) The acute stress response of red porgy, *Pagrus pagrus*, kept on a red or white background. *General and Comparative Endocrinology* **145**, 247-253.

Vazzoler A.E.A.M. (1996) *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM.169 p.

Venkatesan N., Punithavathi D. & Arumugam V. (2000) Curcumin prevents adriamycin nephrotoxicity in rats. *British Journal of Pharmacology* **129**, 231–234.

Wang Y.J., Chien Y.H. & Pan C.H. (2006) Effects of dietary supplementation of carotenoids on survival, growth, pigmentation, and antioxidant capacity of characins, *Hyphessobrycon callistus*. *Aquaculture* **261**, 641-648.

Wickenberg J., Ingemansson S.L. & Hlebowicz J. (2010) Effects of *Curcuma longa* (turmeric) on post prandial plasma glucose and insulin in healthy subjects. *Nutrition Journal* **9**, 1-5.

Zheng Z.I., Tan J.Y.W., Liu H.Y., Zhou X.H., Xiang X. & Wang K.Y. (2009) Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*. **292**, 214-218.

Zhu W. & Oxford G.S.(2011) Differential gene expression of neonatal and adult DRG neurons correlates with the differential sensitization of TRPV1 responses to nerve growth factor. *Neuroscience Letters* **500**, 192–196.

Zuanon J.A.S., Carneiro A.P.S., Nascimento L.S., Silva D.A., Pontes M.D., Kanashiro M.Y. & Salaro A.L. (2013). Protein requirement for *Trichogaster lalius*, blue variety. *Revista Brasileira de Zootecni*, **42**, 144-147.