

Farelo de canola em dietas para o pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1987): efeitos sobre o crescimento e a composição corporal

[*Canola meal in the diets of pacu Piaractus mesopotamicus (Holmberg 1887):
effects on growth and body composition*]

E.M.M. Viegas^{1,2}, D.J. Carneiro², E.C. Urbinati², E.B. Malheiros³

¹Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - USP
Av. Duque de Caxias Norte, 225
13635-900 – Pirassununga, SP

²Centro de Aquicultura - UNESP-CAUNESP - Jaboticabal, SP

³Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP – Jaboticabal, SP

RESUMO

Avaliaram-se os efeitos da inclusão de farelo de canola em dietas de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) sobre parâmetros de crescimento e composição corporal. Um total de 192 alevinos (9 a 15g) foram estocados em 24 tanques de cimento, de 100l de capacidade, durante 103 dias. O farelo de canola foi utilizado em quatro proporções: zero; 9,5%; 19% e 38% da dieta, com ou sem farinha de peixe (12%/dieta), totalizando oito tratamentos. A presença de farinha de peixe não afetou os parâmetros de crescimento avaliados. A inclusão de 38% de farelo de canola na dieta diminuiu o ganho de peso dos peixes, valores médios de 28,74g a 50,70g, e piorou a conversão alimentar aparente, de 1,66 para 2,85. A taxa de eficiência protéica também foi menor nos peixes alimentados com 38% de farelo de canola. As várias proporções de farelo de canola das dietas alteraram os teores de umidade, proteína bruta e lipídios dos peixes. A presença da farinha de peixe, nas dietas, somente influenciou no teor de lipídios dos peixes alimentados com dietas contendo 9,5% de farelo de canola. Conclui-se que até 19% de farelo de canola pode ser adicionado às dietas de juvenis de pacu, sem que seu desenvolvimento seja prejudicado.

Palavras-chave: pacu, *Piaractus mesopotamicus*, farelo de canola, farinha de peixe, fonte protéica

ABSTRACT

The effects of adding canola meal in the diet of pacu juveniles (Piaractus mesopotamicus) on growth parameters and body composition were evaluated. A total of 192 fingerlings (9 to 15g) were stocked in twenty-four, 100l cement tanks during 103 days. Canola meal was used at four levels (zero, 9.5%, 19%, and 38% of the diet) with (12% of the diet) or without fish meal, totalizing eight treatments. The fish meal did not affect the growth parameters. The inclusion of 38% canola meal decreased the body weigh gain (mean values of 28.74g to 50.70g) and negatively affected the apparent feed conversion (1.66 to 2.85). The protein efficiency ratio was lower in fish fed the highest level of canola meal. The several levels of canola meal in the diets changed the fish moisture and contents of crude protein and lipids. Fish meal in the diets only influenced the lipid content in fish fed 9.5% canola meal. The results suggest that the inclusion of up to 19% of canola meal in diets of pacu juveniles did not impair the fish growth.

Keywords: pacu, *Piaractus mesopotamicus*, canola meal, fish meal, protein sources

INTRODUÇÃO

A expansão mundial da aquicultura tem sido acompanhada por um rápido crescimento da

produção de alimentos, com base, principalmente, na utilização de óleo e farinha de peixe (Gatlin III et al., 2007). A produção de farinha de peixe está concentrada em algumas

Recebido em 29 de fevereiro de 2008

Aceito em 10 de novembro de 2008

E-mail: emviegas@usp.br

regiões do mundo, tornando difícil a disponibilidade do produto para muitos países praticantes de aquicultura (Francis et al., 2001). O desafio que se coloca para a aquicultura industrial é identificar alternativas para a farinha de peixe, que sejam, ao mesmo tempo, economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis, como recomendado no Segundo Simpósio Internacional de Aquicultura Sustentável, em 1998, em Oslo, Noruega (Naylor et al., 2000).

Ingredientes vegetais como farelo de soja, canola e outros podem ser utilizados com sucesso como fontes de proteína, em substituição total ou parcial da farinha de peixe, na composição de rações para peixes e outros animais aquáticos (Kissil et al., 2000; Soares et al., 2001; Thissen et al., 2003a,b; Tibbetts et al., 2004; Borgeson et al., 2006). A inclusão de proteína vegetal acima de 25-50% do total da dieta, muitas vezes, resulta em redução do crescimento do peixe, atribuída a um desbalanceamento de aminoácidos essenciais ou à presença de fatores antinutricionais (Davies et al., 1990; Bell et al., 2000; Burel et al., 2000; Francis et al., 2001; Gatlin III et al., 2007).

A semente da canola (*Brassica campestris* e *Brassica napus*) contém teores acima de 40% de óleo de excelente qualidade, sendo mais de 60% composto de ácidos graxos monoinsaturados e menos de 7% de saturados, além de um resíduo protéico de alta qualidade. Desenvolvida a partir do melhoramento genético da colza, a canola apresenta baixos teores de ácido erúico no óleo (<2%) e baixos níveis de glucosinolatos no farelo (<3mg/g) (Bell, 1993). A partir de 1970, produtores australianos melhoraram o rendimento, a adaptação, a resistência a doenças e a qualidade da semente, em termos de baixo conteúdo dos principais fatores antinutricionais (Cowling, 2007).

O farelo de canola é um subproduto da extração do óleo de canola e difere do farelo de soja pelos níveis mais baixos de proteína bruta (37% aproximadamente) e de alguns aminoácidos essenciais, mas é uma fonte muito rica de minerais e vitaminas, que podem ser de grande significado na formulação de dietas para animais (Downey e Bell, 1995). Pode ser utilizado como fonte protéica alternativa, em dietas para

animais, além disso melhora sua palatabilidade (Jackson et al., 1982; Higgs et al., 1989; Furuya et al., 2001). Em geral, a resposta do peixe à inclusão de farelo de canola na dieta tem sido positiva, com algumas restrições quanto aos níveis de inclusão (Davies et al., 1990; Glencross et al., 2004). Teores elevados de farelo de canola nas dietas para peixes afetam o crescimento, a conversão alimentar e outros parâmetros de desempenho (Hardy e Sullivan, 1983; Davies et al., 1990; Takii et al., 1999).

Ingrediente mais palatável a peixes de águas tropicais do que a salmonídeos, o farelo de canola pode substituir até 66% da farinha de peixe em dietas para trutas (Wilson, 1995). Mais recentemente, Tibbetts et al. (2004) observaram bons resultados com a substituição parcial ou completa da farinha de peixe pelo farelo de canola, em diferentes espécies de salmonídeos comercialmente importantes. Em híbridos de tilápia, a substituição completa da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola não diminuiu significativamente o ganho de peso, a taxa de crescimento específico ou a eficiência alimentar (Higgs et al., 1989).

Estudos realizados no Brasil já demonstraram o potencial de utilização do farelo de canola em dietas para espécies de água doce. Pezzato et al. (2002) e Furuya et al. (2001) observaram coeficiente de digestibilidade aparente da proteína do farelo de canola de 87% em *Oreochromis niloticus*. Entretanto, apesar dos altos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína do farelo de canola para esta espécie, a utilização de níveis acima de 36%, nas dietas, acarretou redução do crescimento em outro estudo (Soares et al., 2001). Diferentes desempenhos foram observados em espécies nativas de água doce, como o piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) e o curimatá (*Prochilodus lineatus*). O aumento do farelo de canola nas rações de alevinos de curimatá provocou redução de desempenho (Galdioli et al., 2002), ao passo que a inclusão de 43% deste farelo, na dieta de alevinos de piavuçu, melhorou o crescimento e a conversão alimentar (Soares et al., 2001).

O pacu *Piaractus mesopotamicus* é uma espécie nativa, distribuída pelos rios da Bacia do Prata, muito utilizada para pesca esportiva no Brasil.

Estudos sobre sua nutrição e manejo têm sido freqüentes, e, embora vários aspectos já estejam estabelecidos, a utilização do farelo de canola, como fonte protéica em sua dieta, não foi até o momento avaliada. Este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de farelo de canola em dietas com ou sem farinha de peixe, para juvenis de pacu, sobre seu crescimento e composição corporal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com 192 juvenis de pacu, com peso médio de 9 a 15 gramas durante 103 dias, em 24 tanques de cimento amianto, com capacidade de 100 litros de água. A alimentação foi fornecida durante os sete dias da semana, duas vezes por dia, até aparente saciação, tomando-se o cuidado para que não houvesse sobras no fundo do tanque. Dessa forma, o alimento fornecido foi considerado

como consumido no cálculo de consumo e conversão alimentar.

A temperatura da água foi aferida duas vezes ao dia, antes da alimentação ($29,6 \pm 0,60^{\circ}$ C), e quinzenalmente foram realizadas análises de oxigênio dissolvido ($4,51 \pm 0,8$ mg/l) e de alcalinidade ($73,33 \pm 5,9$ mg de carbonatos/l) (Golterman et al., 1978). A determinação de pH ($7,70 \pm 0,5$) foi feita com peagâmetro portátil.

Após análise de composição dos ingredientes, foram formuladas oito dietas, isoprotéicas (26% de proteína bruta) e isoenergéticas (4100Kcal energia bruta/kg de ração). O ingrediente teste, farelo de canola, foi utilizado em quatro níveis: (C_1 =zero, C_2 =9,5%, C_3 =19% e C_4 =38% da dieta, com (P_1 =12%) ou sem (P_2 =zero) farinha de peixe, de forma a totalizar oito tratamentos (T1 a T8; Tab. 1). Todos os ingredientes foram finamente moídos e homogeneizados, antes da peletização, em peletizadora comercial.

Tabela 1. Formulação e composição centesimal das dietas experimentais para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

Ingrediente (%)	1	2	3	4	5	6	7	8
	C_1P_1	C_2P_1	C_3P_1	C_4P_1	C_1P_2	C_2P_2	C_3P_2	C_4P_2
Milho moído	26,50	37,00	37,00	35,00	27,50	24,75	24,25	22,25
Farelo de trigo	20,00	10,00	5,00	5,00	10,00	10,75	8,00	8,00
Farelo de soja	17,50	14,50	9,00	0,00	28,50	24,00	17,75	6,75
Farelo de canola (C)	0,00	9,50	19,00	38,00	0,00	9,50	19,00	38,00
Farinha de peixe (P)	12,00	12,00	12,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soja integral	5,00	6,00	5,00	0,00	9,00	8,00	8,00	8,00
Levedura (<i>Saccharomyces</i> sp.)	10,00	5,00	5,00	2,50	14,00	10,00	10,00	4,00
Quirela de arroz	8,00	5,00	7,00	5,00	10,00	12,00	12,00	12,00
Óleo de soja	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Mistura vitamínica e mineral ¹	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Proteína bruta (%)	26,08	26,05	26,06	25,92	25,92	25,98	26,04	26,02
Energia bruta (Kcal/kg)	4102,84	4096,49	4076,33	4070,08	4133,37	4113,13	4102,19	4078,53
Composição Centesimal								
Umidade (%)	7,45	7,32	8,26	8,92	8,22	6,69	8,30	8,20
Proteína bruta (%)	26,18	25,41	25,53	26,08	24,98	24,68	25,20	25,26
Lipídios (%)	5,35	5,66	5,53	5,81	6,10	5,86	5,93	6,11
Fibra bruta (%)	2,18	3,25	2,89	4,32	3,97	3,59	3,79	5,44
Cinzas (%)	6,21	6,74	5,98	5,46	5,45	4,47	4,48	4,54
Extrativo não nitrogenado (%) ²	52,63	51,62	51,81	49,41	51,28	55,71	52,30	50,45

¹Níveis de garantia (por kg/suplemento) - ácido fólico: 250mg; ácido pantotênico: 5.000mg; antioxidante: 0,2g; cobalto: 24,999mg; cobre: 1.999,9; ferro: 11.249,7mg; iodo: 106,2mg; manganês: 3.749,9; niacina: 3.750mg; selênio: 75,5mg; vit.A: 1.000.000UI.; vit.B1: 250mg; vit.B12: 2.500mcg; vit.B2: 1750mg; vit.B6: 875mg; vit.C: 12.500mg; vit.D3: 600.000UI.; vit.E: 12.500 UI.; vit.K: 315mg; zinco:17.499,6mg.

²Calculado pela diferença.

Os peixes foram pesados individualmente, no início do experimento e em intervalos aproximados de 25 dias; o consumo das rações foi controlado semanalmente.

A eficiência das dietas foi avaliada utilizando-se os parâmetros: ganho de peso médio, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência protéica, taxa de crescimento específico. No final do período experimental, três peixes de cada parcela (nove por tratamento) foram abatidos com choque térmico e congelados até análise dos teores de matéria seca, extrato etéreo (lipídios), proteína bruta e cinzas (Official ..., 1990).

O estudo estatístico do efeito dos teores de farelo de canola e de farinha de peixe sobre o desempenho e a composição corporal foi realizado a partir da análise de variância, considerando-se um delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4 (dois níveis de inclusão de farinha de peixe e quatro níveis de farelo de canola), com três repetições e oito peixes por parcela. Os blocos corresponderam a três classes de peso inicial dos peixes: 9,0; 12,0 e 15,0 gramas. Em caso de significância da análise de variância, as médias

foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A farinha de peixe não afetou significativamente o ganho de peso, a conversão alimentar aparente, a taxa de crescimento específico e a taxa de eficiência protéica (Tab. 2). No entanto, a maior proporção de inclusão de farelo de canola na dieta (38%) diminuiu significativamente o ganho de peso dos peixes (Tab. 2 e Fig. 1) e piorou a conversão alimentar aparente, alterando-a de 1,7 (9,5% de inclusão) para 2,8 (38% de inclusão). Assim como neste estudo, Furuya et al. (1997) observaram que a conversão alimentar da tilápia-do-nylo, na fase de reversão sexual, foi prejudicada com dietas contendo proporções crescentes de inclusão de farelo de canola. Entretanto, Soares et al. (2001) obtiveram, na mesma espécie, melhores ganho de peso e rendimento de carcaça, com dietas contendo aproximadamente 35% de inclusão de farelo de canola. Em alevinos de curimatá, houve redução do ganho de peso e da taxa de eficiência protéica, além de aumento linear da conversão alimentar, com o aumento de inclusão de farelo de canola na dieta (Galdioli et al., 2002).

Tabela 2. Valores de F, coeficientes de variação e médias para o desempenho de juvenis de pacu submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de farelo de canola e farinha de peixe

Estatística	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar aparente	Taxa de eficiência protéica	Taxa de crescimento específico
Valores de F para:				
Uso de farinha de peixe (P)	3,10 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,98 ^{ns}	3,33 ^{ns}
Proporção de farelo de canola (C)	10,23 ^{**}	9,78 ^{**}	6,88 ^{**}	12,29 ^{**}
Interação P X C	0,56 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,26 ^{ns}
CV (%)	17,76	20,77	20,66	14,43
Médias para farelo de canola (C)				
C ₁ (zero)	48,22a	1,91a	2,19a	1,33a
C ₂ (9,5%)	50,70a	1,66a	2,43a	1,39a
C ₃ (19%)	47,89a	1,78a	2,31a	1,33a
C ₄ (38%)	28,74b	2,85b	1,41b	0,85b
Médias para farinha de peixe (P)				
P ₁ (12%)	46,49	2,15	2,17	1,30
P ₂ (zero)	41,09	1,95	2,00	1,16

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade .
ns: não significativo (P>0,05); ** significativo (P<0,01).

Pela Fig. 1, que apresenta os valores médios dos pesos dos peixes em cada biometria, por blocos, observa-se que, independentemente do tamanho dos peixes, o tratamento T1 (C₁P₁), sem farelo de canola e com 12% de farinha de peixe, promoveu maior

crescimento dos juvenis em relação aos tratamentos com níveis intermediários de farelo de canola (9,5% e 19% de inclusão). No entanto, com a inclusão de 38% de farelo de canola, observou-se menor peso final em todos os grupos de peixes de diferentes

pesos iniciais, especialmente a partir da terceira biometria (54 dias de experimento), o que se manteve até o final. O T5 (C₁P₂), sem canola e sem farinha de peixe, proporcionou melhor desempenho, quanto ao ganho de peso, do que os tratamentos com maiores níveis de canola, independentemente de ter (T4=C₄P₁), ou não (T8=C₄P₂), farinha de peixe, principalmente nos peixes de menor peso inicial (bloco 1). A proteína desse tratamento foi fornecida quase exclusivamente pela soja, na forma de farelo e soja integral. Higgs et al. (1989) sugeriram que o farelo de canola, considerando-se o índice de aminoácidos essenciais para peixes, é semelhante à farinha de arenque e superior ao farelo de soja e de algodão, não sendo este o fator que limita sua utilização em dietas para peixes e sim sua composição em fatores antinutricionais como glucosinolato, ácido eurúico e ácido fítico.

O provável efeito deletério do farelo de canola parece afetar mais os peixes menores (Fig. 1), pois, após 103 dias, os peixes que iniciaram o experimento com apenas alguns gramas de vantagem (blocos 2 e 3, 12 e 15g de peso inicial, respectivamente), em relação ao bloco 1 (9g de peso inicial), ganharam aproximadamente 50% de peso a mais que os peixes menores do tratamento com 38% de canola e sem farinha de peixe (T8=C₄P₂). Esse menor ganho em peso pode estar relacionado com a redução da palatabilidade das dietas, como foi constatado em juvenis de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (Webster et al., 1997); diminuição do consumo do alimento, pelos altos níveis de ácido fítico, em *seabream* (*Spaurus aurata*) (Kissil et al., 2000) e piora na conversão alimentar, em curimbatá (Galdioli et al., 2002) e em tilápia-do-nilo (Furuya et al., 1997).

A conversão alimentar aparente dos juvenis de pacu foi afetada ($P < 0,01$) pela proporção mais elevada de canola na ração, embora não tenha sido influenciada pela presença ou ausência de farinha de peixe. Os peixes alimentados com a dieta com 38% de farelo de canola apresentaram conversão alimentar de 2,85, valor próximo aos encontrados por Soares et al. (2001) para juvenis de tilápia-do-nilo (entre 2,31 e 2,48), porém com níveis de inclusão mais altos (24 a 73%) do que os utilizados neste estudo. Os outros parâmetros avaliados, taxa de eficiência protéica e taxa de crescimento específico, somente foram afetados negativamente pelo nível de 38% de inclusão de canola na ração. De acordo com Davies et al. (1990), a taxa de eficiência protéica e a utilização líquida da proteína

em tilápias alimentadas com dieta contendo 30% de farelo de canola não foram diferentes daquela do grupo controle, embora o crescimento fosse reduzido. Em bagres de canal, não se encontrou alteração na TEP até o nível de 36% de inclusão do farelo de canola, que foi significativamente reduzida com inclusão de 48% na dieta (Webster et al., 1997). Efeitos negativos do farelo de canola sobre a TEP não foram observados em alevinos de piavuçu, mesmo com a inclusão de 43% desse ingrediente nas dietas (Soares et al., 2001).

A análise de composição corporal dos peixes, no final do período experimental, revelou que as várias proporções de canola na dieta afetaram os teores de umidade, de proteína bruta e de lipídios nos peixes (Tab. 3). Não houve efeito significativo no estudo da interação uso de farinha de peixe versus proporção de farelo de canola, exceto para a composição de lipídios dos peixes, ao final do período. Observa-se uma relação inversa entre os teores de umidade e lipídios com a dieta contendo o teor mais elevado de farelo de canola, fato também relatado em relação a juvenis de perca (Booth e Allan, 2003). Juvenis de salmão *chinook*, alimentados com dietas, nas quais 23% da proteína dietária era constituída por farelo de canola, tiveram teor de umidade corporal significativamente menor do que aqueles dos grupos de peixes alimentados sem canola (Higgs et al., 1983). Nos pacus, alimentados com 38% de farelo canola na dieta, o teor de proteína bruta da carcaça foi ligeiramente menor, porém significativo (Tab. 3). Resultados semelhantes foram encontrados na carpa *Labeo rohita*, na qual a composição centesimal variou ligeiramente, após alimentação com dietas contendo farelo de canola e farinha de peixe (Khan et al., 2003). O desdobramento da interação farelo x canola (Tab. 4) demonstrou que a presença da farinha de peixe, nas dietas, teve efeito significativo somente em relação aos teores de lipídios corporais dos peixes alimentados com a dieta que continha 9,5% de farelo de canola, aumentando-o de 6,4% para 8,4%, respectivamente, para as dietas sem e com farinha de peixe. Alterações na composição corporal do bagre de canal, alimentado com diversos níveis de farelo da canola, também foram demonstradas (Webster et al., 1997). Contrariamente ao observado neste estudo, os autores relataram diminuição dos teores de umidade corporal, quando os peixes receberam dietas com 48% de farelo de canola, porém, como no presente trabalho, a presença da farinha de peixe na dieta aumentou o teor de lipídios corporais.

Farelo de canola...

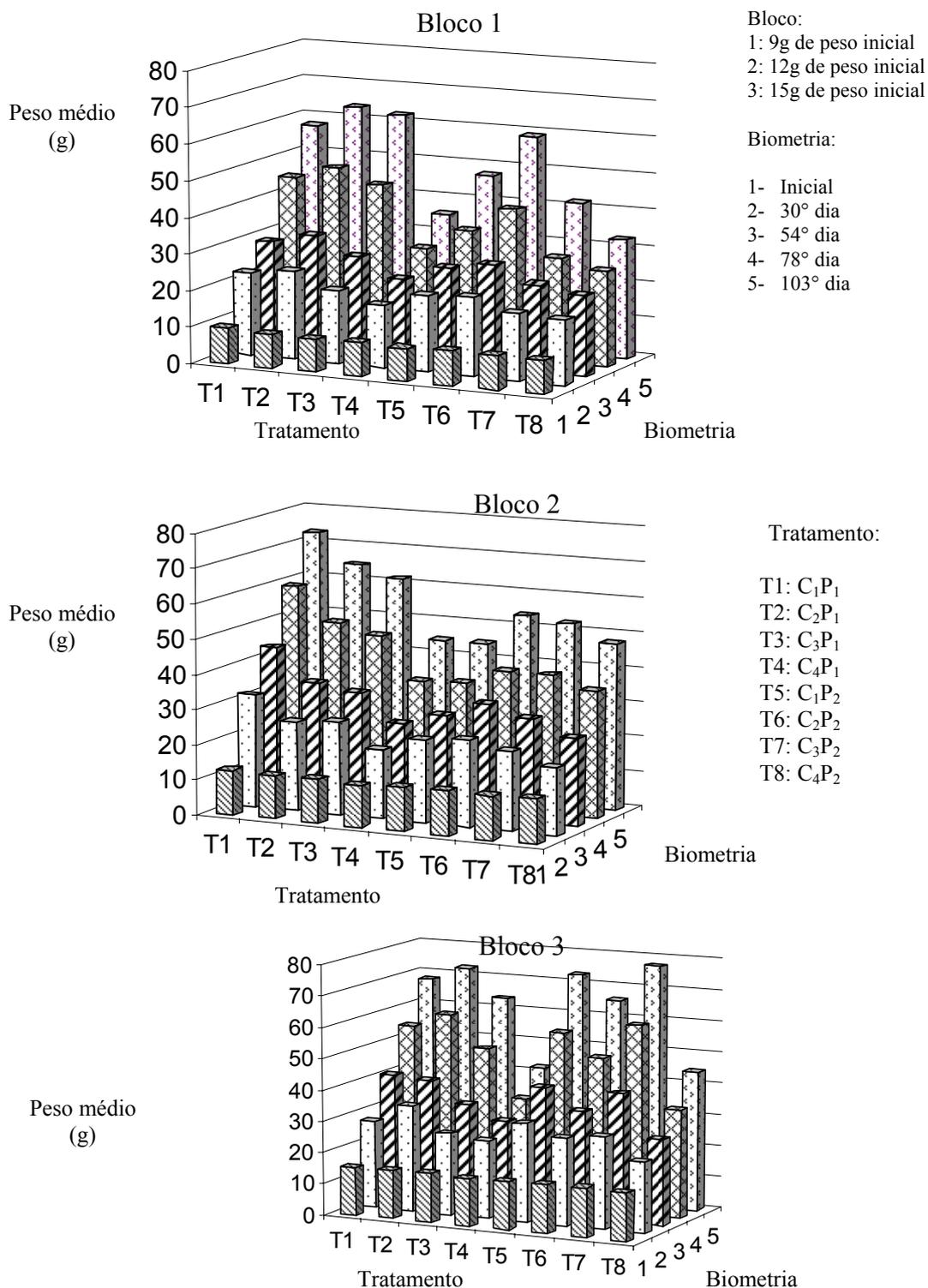


Figura 1. Peso médio de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em cada biometria, dentro de cada bloco de peso inicial, segundo o tratamento.

Tabela 3. Valores de F, coeficiente de variação (CV%) e médias para composição corporal de juvenis de pacus

Estatística	Umidade (%)	Proteína bruta (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)
Valores de F para:				
Uso de farinha de peixe (P)	47,75**	27,81**	6,80*	0,60 ^{ns}
Proporção de farelo de canola (C)	40,79**	6,31**	6,96**	0,25 ^{ns}
Interação P X C	0,26 ^{ns}	0,47 ^{ns}	3,35*	1,48 ^{ns}
CV(%)	0,83	3,41	11,07	7,46
Médias para farelo de canola (C)				
C ₁ = zero	71,45b	15,23a	7,22	3,78a
C ₂ = 9,5%	71,35b	15,30a	7,38	3,88a
C ₃ = 19%	71,72b	15,34a	8,28	3,91a
C ₄ = 38%	74,63a	14,24b	6,17	3,84a
Médias para farinha de peixe (P)				
P ₁ (12%)	71,44b	15,58a	7,69	3,87a
P ₂ (0%)	73,13a	14,48b	6,84	3,84a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Ns: não significativo (P>0,05); ** significativo (P<0,01).

Tabela 4. Médias de lipídio corporal (%) dos juvenis de pacu no estudo da interação entre os fatores estudados

Fator	C ₁ (zero)	C ₂ (9,5%)	C ₃ (19%)	C ₄ (38%)
P ₁ (12%)	7,67abA	8,40aA	8,94aA	5,77bA
P ₂ (zero)	6,78aA	6,37aB	7,63aA	6,57aA

Valores na coluna seguidos de letras maiúsculas distintas e valores na linha seguidos de letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tab. 4, mostra-se que, de alguma forma, somente quando o farelo de canola foi adicionado em 9,5%, é que a presença de farinha de peixe aumentou o teor de lipídios na carcaça (8,4%) dos juvenis de pacu. Dietas sem farinha de peixe proporcionaram níveis semelhantes de lipídios na carcaça, independentemente dos níveis de farelo de canola presente. O aumento de gordura corporal, proporcionado por dietas com o uso concomitante de farelo de canola (até 19%) e 12% de farinha de peixe, pode ser uma estratégia importante para os juvenis de pacu atravessarem o período de inverno, quando a ingestão de alimentos diminui consideravelmente.

CONCLUSÕES

A presença de farinha de peixe, associada ao farelo de canola não afetou o crescimento dos juvenis de pacu, porém a dieta com 38% de farelo de canola diminuiu significativamente o ganho de peso e a taxa de eficiência protéica, além de piorar a conversão alimentar aparente. A

adição de até 19% de farelo de canola em dietas pode ser utilizada sem prejuízos para o crescimento do pacu nessa fase da criação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELL, J.M. Factor affecting the nutritional value of canola meal: a review. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.679-697, 1993.
- BELL, J.M.; RAKOW, G.; DOWNWY, R.K. Comparisons of amino acid and protein levels in oil-extracted seeds of *Brassica* and *Sinapis* species, with observations on environmental effects. *Can. J. Anim. Sci.*, v.80, p.169-174, 2000.
- BOOTH, M.A.; ALLAN, G.L. Utilization of digestible nitrogen and energy from for agricultural ingredients by juvenile silver perch *Bidyanus bidyanus*. *Aquac. Nutr.*, v.9, p.317-326, 2003.
- BORGESON, T.L.; RACZ, V.J.; WILKIE, L.J. et al. Effect of replacing fish meal and oil with simple or complex mixtures of vegetable

- ingredients in diets fed to Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquac. Nutr.*, v.12, p.141-149, 2006.
- BUREL, C.; BOUJARD, T.; KAUSHIK, S. et al. Potential of plant-protein sources as fish meal substitutes in diets for turbot (*Psetta maxima*): growth, nutrient utilization and thyroid status. *Aquaculture*, v.188, p.363-382, 2000.
- COWLING, W.A. Genetic diversity in Australian canola and implications for crop breeding for changing future environments. *Field Crops Res.*, v.104, p.103-111, 2007.
- DAVIES, S.J.; McCONNELL, S.; BATESON, R.I. Potential of rapeseed meal as an alternative protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*, Peters). *Aquaculture*, v.87, p.145-154, 1990.
- DOWNEY, R.K.; BELL, J.M. New developments in canola research. In: SHAHIDI, F. (Ed). *Canola and rapeseed. Production, chemistry, nutrition and processing technology*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1995. chapter 4, p.37-46.
- FRANCIS, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effect in fish. *Aquaculture*, v.199, p.197-227, 2001.
- FURUYA, V.R.V.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M. Farelo de canola na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante o período de reversão de sexo. *Rev. Bras. Zootec.*, v.26, p.1067-1073, 1997.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de canola pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.611-616, 2001.
- GATLIN III, D.M.; BARROWS, F.T.; BROWN, P. et al. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquac. Res.*, v.38, p.551-579, 2007.
- GALDIOLI, E.M.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em rações para alevinos de curimatá (*Prochilodus lineatus* V.). *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, p.552-559, 2002.
- GLENCROSS, B.; HAWKINS, W.; CURNOW, J. Nutritional assessment of Australian canola meals. I. Evaluation of canola oil extraction method and meal processing conditions on the digestible value of canola meals fed to the red seabream (*Pagrus auratus*, Paulin). *Aquac. Res.*, v.35, p.15-24, 2004.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYNO, R.; OHSNTAD, M.A.M. (Eds). *Methods for physical and chemical analysis of freshwater*. Boston: Blackwell Science Publisher, 1978. 213p.
- HARDY, R.W.; SULLIVAN, C.V. Canola meal in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) production diets. *Can. J. Fish. Aquatic Sci.*, v.40, p.281-286, 1983.
- HIGGS, D.A.; DOSANJH, B.S.; LITTLE, M. et al. Potential for including canola products (Meal and oil) in diets for *Oreochromis mossambicus* x *O. aureus* hybrids. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FEEDING AND NUTRITION IN FISH, 3., 1989, Toba. *Proceedings...* Toba, 1989. p.301-314.
- HIGGS, D.A.; FAGERLUND, U.H.M.; McBRIDE, J.R. et al. Protein quality of altex canola meal for juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) considering dietary protein and 3,5,3-tiido-L-thyronine content. *Aquaculture*, v.34, p.213-238, 1983.
- JACKSON, A.J.; CAPPER, B.S.; MATTY, A.J. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia, *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, v.27, p.97-109, 1982.
- KHAN, M.A.; JAFRI, A.K.; CHADHA, N.K. et al. Growth and body composition of rohu (*labeo rohita*) fed diets containing oilseed meals: partial or total replacement of fish meal with soybean meal. *Aquac. Nutr.*, v.9, p.391-396, 2003.
- KISSIL, G.W.; LUPATSCH, I.; HIGGS, D.A. et al. Dietary substitution of soy and rapeseed protein concentrates for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead seabream *Sparus aurata* L. *Aquac. Res.*, v.31, p.595-601, 2000.
- NAYLOR, R.L.; GOLDBURG, R.J.; PRIMAVERA, J.H. et al. Effects of aquaculture on world fish supplies. *Nature*, v.405, p.1017-1024, 2000.
- OFFICIAL methods of analysis. 14.ed. Washington, DC: AOAC, 1990. 1141p.

- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.31, p.1595-1604, 2002.
- SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; FARIA, A.C.E.A. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em dietas para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1172-1177, 2001.
- TAKII, K.; KITA, E.; NAKAMURA, M.; et al. Evaluation of rapeseed protein concentration as protein source of diet for red sea bream. *Fish. Sci.*, v.65, p.150-154, 1999.
- THIESSEN, D.L.; CAMPBELL, G.L.; ADELIZI, P.D. Digestibility and growth performance of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with pea and canola products. *Aquac. Nutr.*, v.9, p.67-75, 2003a.
- THIESSEN, D.L.; CAMPBELL, G.L.; TYLER, R.T. Utilization of thin distillers' solubles as a palatability enhancer in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets containing canola meal or air-classified pea protein. *Aquac. Nutr.*, v.9, p.1-10, 2003b.
- TIBBETTS, S.M.; LALL, S.P.; MILLEY, J.E. Apparent digestibility of common feed ingredients by juvenile haddock, *Melanogranus aeglefinus* L. *Aquac. Res.*, v.35, p.643-651, 2004.
- WEBSTER, C.D.; TIU, L.G.; TIDWEL, J.H. et al. Growth and body composition of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed diets containing various percentages of canola meal. *Aquaculture*, v.150, p.103-112, 1997.
- WILSON, R.P. Fish feed formulation and processing. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1995, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1995. p53-68.