

Efeito da granulometria do milho no desempenho de juvenis de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)

[Effect of corn granulometry on performance of juvenile pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887]

M.F. Polese¹, M.V. Vidal Junior², P.P. Mendonça¹, W.C.T. Tonini¹,
M.C. Radael¹, D.R. Andrade²

¹Aluno de pós-graduação - LZNA-CCTA/UENF
Av. Alberto Lamego, 2000

28013-602 – Campos dos Goytacazes, RJ

²LZNA-CCTA/UENF – Campos dos Goytacazes, RJ

RESUMO

Avaliou-se o efeito de diferentes granulometrias do milho da ração no desempenho de juvenis de pacu, *Piaractus mesopotamicus*. Foram utilizados 120 juvenis com peso inicial de $8,42 \pm 0,89$, comprimento total de $7,03 \pm 0,20$ cm, comprimento padrão de $6,32 \pm 0,13$ cm e altura de $3,21 \pm 0,11$ cm, distribuídos em 20 aquários (300L), na densidade de seis peixes por unidade experimental (aquário), em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos constituídos por diferentes granulometrias – 850, 710, 500, 300, 150 μ m – do milho na composição da ração. Cada tratamento tinha quatro repetições. O tratamento que proporcionou melhor desempenho dos animais foi o com granulometria do milho de 150 μ m, destacando-se a conversão alimentar de 1,38, enquanto no tratamento com maior granulometria a conversão alimentar foi de 1,61. Assim, recomenda-se usar a granulometria de 150 μ m.

Palavras-chave: peixes brasileiros, aquicultura, nutrição de peixes, ração

ABSTRACT

The effect of different particle size of corn ration on the performance of juvenile pacu, *Piaractus mesopotamicus*, was evaluated. A total of 120 juveniles with an initial weight of 8.42 ± 0.89 g, total length 7.03 ± 0.20 cm, standard length, 6.32 ± 0.13 cm, and height 3.21 ± 0.11 cm, were distributed into 20 tanks (300L), at a density of six fish per experimental unit (tank), in a completely randomized design with five treatments consisting of different particle sizes 850, 710, 500, 300, 150 μ m of corn in the ration composition. Each treatment had four replicates. Among all treatments, the best animal performance was achieved with the ration with corn particle size of 150 μ m, reaching a feed conversion ratio of 1.38, whereas for larger feed grain size, it was 1.61. Thus, the particle size of 150 μ m is recommended.

Keywords: Brazilian fishes, aquaculture, fish nutrition, rations

INTRODUÇÃO

Em piscicultura, a alimentação representa cerca de 70% dos custos de produção (Meer et al., 1995). Dessa forma, técnicas que visem minimizar os custos de produção são de grande importância. Durante a formulação e o processamento de dietas para peixes, deve-se ater à presença de nutrientes que supram suas

exigências para o crescimento, manutenção e sanidade. As dietas devem ser processadas de forma que sejam rapidamente consumidas e utilizadas pelos peixes (Nutrient..., 1993).

Para otimizar o desenvolvimento da aquicultura, além de se obter informações que possibilitem a formulação de dietas que atendam às exigências das espécies com potencial zootécnico (Pezzato,

Recebido em 29 de setembro de 2009

Aceito em 15 de outubro de 2010

E-mail: marcelopolese@hotmail.com

1995), devem-se estudar técnicas de processamento que visem proporcionar melhor aproveitamento dos nutrientes das dietas, reduzir os custos de produção bem como causar menor impacto ao meio ambiente.

O setor de moagem é um dos mais importantes em uma fábrica de rações, pois é responsável pela adequação do tamanho (granulometria) das partículas dos ingredientes (Couto, 2008). Um grau fino de moagem é pré-requisito para a boa estabilidade das dietas peletizadas na água e aumenta a eficiência alimentar dos peixes (Carneiro et al., 1992; Pezzato, 1995; Kubitza, 1997a). A eficiência da digestão dos alimentos pode ser influenciada, entre outros fatores, pela superfície da exposição destes às secreções digestivas bem como pelo tempo de passagem pelo trato gastrointestinal (Nutrient..., 1993). A moagem dos alimentos reduz o tamanho das partículas, expondo maior área para a ação de enzimas digestivas (Laurinen et al., 2000). Entretanto pode reduzir a velocidade de trânsito do alimento no trato gastrointestinal (Hayashi et al., 1999; Sveier et al., 1999).

O objetivo principal da moagem é o de produzir um produto que apresente máxima digestibilidade e satisfaça adequadamente os processos subsequentes à moagem na produção de rações fareladas, peletizadas e extrusadas (Couto, 2008). Segundo esse autor, as principais razões para a realização da moagem dos ingredientes podem ser resumidas em: aumentar a exposição dos alimentos à ação de enzimas digestivas, aumentando a digestão e absorção de nutrientes, e, conseqüentemente, melhorar a conversão alimentar; satisfazer a preferência das diferentes espécies e categorias animais de interesse zootécnico, contribuindo para maximizar o consumo alimentar e otimizar a produtividade de acordo com suas particularidades.

O cultivo de peixes e de outros organismos aquáticos tem participado de forma significativa e ascendente na produção de proteína animal. Neste caso, a alimentação também não foge à regra, representando a maior parte dos custos operacionais, o que torna importante o estudo de nutrição e alimentação na aquicultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de diferentes granulometrias do milho utilizado em dietas peletizadas sobre o desempenho de juvenis de pacu, *Piaractus mesopotamicus*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Aquicultura da Unidade de Apoio à Pesquisa em Zootecnia do CCTA/UENF, situado em Campos dos Goytacazes – RJ, entre 24 de junho e 15 de agosto de 2008. Os juvenis de pacu passaram por tratamento com sal numa concentração de 10g/L durante 30 minutos e, em seguida, foram alojados em três tanques externos de 10.000L cada, e divididos em 333 juvenis por tanque, onde passaram 12 dias para adaptação à rotina do laboratório.

Para a obtenção das diferentes granulometrias do milho, 40kg de milho, moídos em moinho de martelo (nogueira® 10 Hp) com peneira de 1mm, foram secados em estufa ventilada de 65°C para evitar entupimento das peneiras devido à umidade durante a separação das diferentes granulometrias. As granulometrias foram obtidas por peneiramento por 10 minutos. Para tal, 300g de milho moído, colocados em um vibrador de peneiras, foram distribuídos em ordem decrescente da maior malha para a menor malha – 1000, 850, 710, 500, 300, 150µm e fundo.

Foram utilizadas cinco dietas experimentais isoproteicas (31% de proteína bruta) e isocalóricas (3.100kcal de energia digestível/kg), formuladas com os mesmos ingredientes (Tab. 1) e diferenciadas apenas pela granulometria (tratamentos) do milho, a saber: 850, 710, 500, 300, 150µm, com quatro repetições cada, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso.

Os ingredientes das dietas experimentais foram pesados e homogeneizados no misturador tipo “Y”, por 12 minutos, em quantidades iguais (Tab. 2), totalizando seis quilos de mistura para cada tratamento. Essa mistura final (tratamento) foi, então, peletizada. Para a peletização de cada tratamento (T), foram eliminados 300g no início da peletização para evitar contaminação com a mistura anterior.

Efeito da granulometria...

Tabela 1. Composição bromatológica da matéria seca dos ingredientes utilizados na formulação da ração experimental

Alimento	Matéria seca	Proteína bruta	Extrato etéreo	Energia cal/g	Matéria mineral
Farinha de carnes e ossos	91,73	50,68	9,24	4784,01	46,47
Farelo de soja	88,13	58,17	2,40	4377,82	7,56
Farelo de trigo	87,51	21,38	3,38	3440,92	6,04
Farelo de milho	88,33	11,05	3,22	4482,91	1,32

Após a secagem, as rações foram moídas em moinho de bola para serem realizadas as análises de matéria seca, proteína bruta, energia bruta, matéria mineral e extrato etéreo das rações e das matérias-primas das rações segundo Silva e Queiroz (2002). Para determinação da energia bruta, foi utilizada bomba calorimétrica. As análises bromatológicas das rações estão descritas na Tab. 3.

Após o período de adaptação, foram utilizados 120 juvenis de pacu com idade aproximada de 45 dias, selecionados por tamanho e peso, uniformizados com os seguintes pesos iniciais: T1 – 8,63±0,84g, T2 – 8,63±1,45g, T3 – 8,65±1,96g, T4 – 8,65±1,78g, T5 – 8,64±1,05g; e os seguintes tamanhos: comprimento total de 7,03±0,20cm; comprimento padrão de 6,32±0,13cm e altura de 3,21±0,11cm (Tab. 4).

Tabela 2. Fórmula da ração experimental e quantidade de cada ingrediente nos diferentes tratamentos

Ingrediente	Ração (%)	Quantidade total (g)	Quantidade por tratamento
Milho	29,4	8820	1764
Farinha de carne	29,8	8940	1788
Farinha de soja	29,8	8940	1788g
Farinha de trigo	5,0	1500	300
Óleo	5,0	1500	300
Premix	0,9	270	54
Vitamina C	0,1	30	6
Metionina	0,6	180	36
Total	100,6	30180	6036

Premix (quantidades por kilo de produto) - vit.A: 100.000UI; vit.D₃: 32.000UI; vit.E: 240mg; vit.B₁: 20mg; vit.B₂: 61,4mg; vit.B₆: 20mg; vit.B₁₂: 320mg; vit.K₃: 40mg; ácido fólico: 7,2mg; ácido pantotênico: 294mg; biotina: 1mg; cloreto de colina: 2000mg; niacina: 396mg; L-lisina: 20g; Ca: 240mg; P: 78mg; Na: 60g; Co: 3,6mg; Cu: 4750mg; Fe: 2228mg; I: 7,32mg; Mn: 27mg; Se: 6,6mg; Zn: 2603mg; F: 780mg; antioxidante: 200mg.

Tabela 3. Composição bromatológica das rações (matéria seca), em que se variaram apenas as granulometrias do milho

Tratamento	Matéria seca	Proteína bruta	Extrato etéreo	Matéria mineral
T1 (850µm)	93,73	31,08	3,68	15,98
T2 (710µm)	94,54	31,36	4,21	16,34
T3 (500µm)	93,46	30,94	4,13	16,05
T4 (300µm)	93,82	30,82	4,17	16,29
T5 (150µm)	92,92	30,52	4,46	16,18

Tabela 4. Valores médios de parâmetros de desempenho de juvenis de pacu alimentados com ração com diferentes granulometrias do milho em sua composição

Parâmetro	Granulometria do milho (µm)					CV(%)
	850	710	500	300	150	
Peso Inicial (g)	8,631	8,632	8,649	8,648	8,641	22,37
Peso final (g)	31,412	31,557	32,832	34,103	35,295	21,40
Ganho de peso (g)	22,79	22,93	24,21	25,46	26,58	6,68
Consumo de ração diário (g)	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,00
Conversão alimentar	1,61	1,61	1,51	1,44	1,38	6,60
Comprimento total (cm)	10,92	10,84	11,02	11,11	11,26	6,70
Comprimento Padrão (cm)	9,79	9,75	9,85	9,98	10,13	7,60
Altura (cm)	4,98	4,95	5,02	5,08	5,13	7,60
Taxa de crescimento específico (%/dia)	1,06	1,06	1,09	1,12	1,14	3,45
Sobrevivência (%)	100	100	100	100	100	0,00
Taxa de eficiência protéica (TEP)	2,02	2,01	2,15	2,27	2,40	7,73
Eficiência de retenção de PB (%)	0,35	0,36	0,37	0,40	0,41	6,77

Ganho em peso (g) = peso final - peso inicial; consumo diário (g/dia) = consumo de alimento/tempo; conversão alimentar = consumo de alimento/ganho em peso total; taxa de crescimento específico (%/dia) = \ln peso final - \ln peso inicial x 100/tempo; eficiência de retenção de proteína bruta (ERPB ou ANPU) = $B_{FC} \times P_F - P_{B_{ic}} \times P_I \times 100/C_{PB}$; taxa de eficiência proteica = ganho em peso vivo/proteína bruta consumida.

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso em 20 aquários experimentais (300L), numa densidade de seis peixes por unidade experimental (aquário), com cinco tratamentos e quatro repetições. Foi deixada uma caixa de reposição com 24 juvenis para reposição no caso de mortalidade dos peixes nos primeiros dias do experimento. Os aquários possuíam sistemas de entrada e saída de água em sistema fechado de recirculação. A água efluente de cada aquário era homogeneizada em um sistema de filtração composto por filtro biológico e mecânico, com o uso de biofiltros de material plástico e filtro físico de acrílico, visando manter a qualidade da água na faixa de conforto para os animais, e consequentemente diminuindo metabólitos do sistema. Após a filtração, a água era aquecida e retornava aos aquários experimentais com taxa de renovação de 5% ao dia e com recirculação do volume total de cada aquário a cada duas horas, com recirculação de 12 vezes ao dia.

Os seguintes parâmetros físico-químicos da água foram mensurados diariamente: oxigênio dissolvido (mg/L), pH, temperatura (°C) e condutividade elétrica (µS), sempre antes das refeições feitas às 10 e às 15 horas.

O manejo alimentar foi realizado utilizando-se ração peletizada (péletes de 5mm de diâmetro), a

qual foi quebrada na fase inicial para facilitar a captura pelos peixes e, posteriormente, foi peneirada e administrada duas vezes ao dia, na proporção de 4% da biomassa de cada unidade experimental. Foram feitas a pesagem e as medições dos animais no início e a cada 15 dias para correção do fornecimento de ração e obtenção de dados para as análises estatísticas.

Com o resultado da biometria, foi possível calcular o crescimento em peso, o comprimento total, o comprimento padrão e a altura, a taxa de crescimento específico (TCE = $[(\ln \text{ peso tempo } 1 - \ln \text{ peso tempo } 0)/\text{tempo}] \times 100$), a eficiência de retenção de proteína bruta (ERPB ou ANPU) = $[(P_{B_{FC}} \times P_F) - (P_{B_{ic}} \times P_I) \times 100/C_{PB}]$ e a taxa de eficiência proteica (TEP = ganho em peso vivo/proteína bruta consumida). Os parâmetros de produção final avaliados foram: sobrevivência (%), ganho de peso (GP) e conversão alimentar aparente (CAA) (Tab. 4).

Todas as mensurações foram realizadas utilizando-se uma balança de precisão de 0,01g e um paquímetro analógico 6" X 150mm (0,05mm X 1/128"). Para fazer as pesagens dos peixes, realizou-se a sedação com eugenol na água (uma parte de óleo de eugenol para nove partes de etanol) visando reduzir o estresse do manejo.

A análise estatística foi feita usando-se programa estatístico SAEG, Versão 9.1. Foram feita análise de variância e estimadas as regressões lineares das respostas em função da granulometria da ração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises da água dos aquários estão apresentados na Tab. 5.

O teor de oxigênio dissolvido variou de 4,10 a 6,70mg L-1. Segundo Boyd (1982), os valores obtidos estão dentro da faixa de conforto dos peixes. Da mesma forma, o pH manteve-se dentro dos padrões recomendados pelo mesmo autor e por Castagnoli e Cyrino (1986), entre 6,0

e 7,0. O nível de condutividade elétrica da água ficou entre 387,0 e 548,0µS. Os resultados da condutividade elétrica foram elevados, provavelmente em razão da presença de íons de cálcio na água de abastecimento dos aquários experimentais.

O melhor desempenho com a ração de menor granulometria do milho (150µm) está de acordo com as afirmações de Kubitzka (1997a,b) e Lovell (1988), os quais sugerem que o grau de moagem dos alimentos deve ser inferior a 0,5mm (500µm). Para o peso final (Fig. 1), observou-se comportamento linear, ou seja, quanto menor a granulometria do milho maior o peso final dos juvenis de pacu.

Tabela 5. Parâmetros físico-químicos da água durante o período experimental usada para juvenis de pacu

Parâmetro	Máximo	Média	Mínimo	CV
Temperatura (°C)	31	28,8	27	3,5
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,7	5,4	4,1	14,0
pH	7,0	6,6	6,0	4,0
Condutividade elétrica (µS)	548	387	307	24,0

CV: Coeficiente de variação.

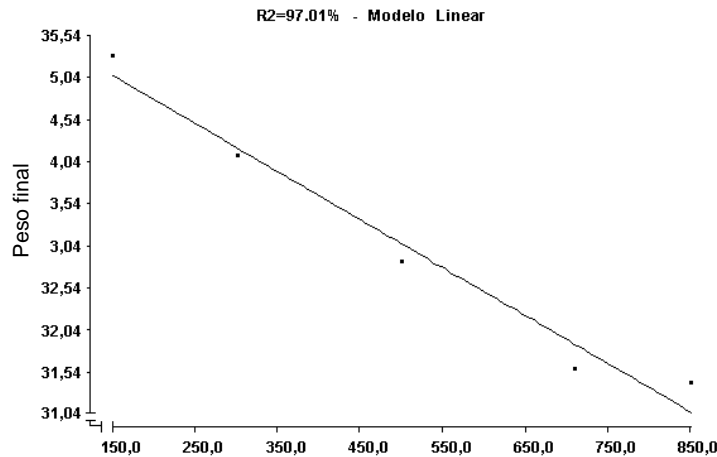


Figura 1. Regressão para variável peso final aos 53 dias de experimento: $\hat{y} = - 0,00572X + 35,91$ (P= 0,0022; $r^2 = 96\%$).

Pela análise de regressão (Fig. 2), foi observado comportamento linear e valor da CAA melhor (1,38) no tratamento com a menor granulometria do milho, indicando que a granulação de 150µm resultou em melhor aproveitamento e digestibilidade da fração de milho. Essa diferença significa uma redução de 15% de gasto

com rações em comparação com o tratamento com maior granulometria (850µm), cuja conversão alimentar foi de 1,61. Isso se torna relevante, pois, em cultivos intensivos, os gastos com rações chegam a representar 70% dos custos de produção.

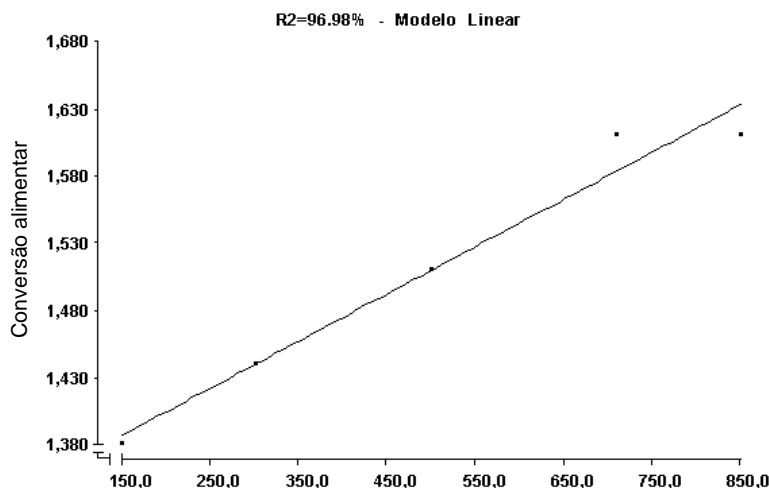


Figura 2. Regressão para variável conversão alimentar aos 53 dias de experimento: $\hat{y} = 0,00035X + 1,333$ ($P = 0,0022$; $r^2 = 96\%$).

O valor da CAA em T1 foi mais alto que o encontrado por Moura et al. (2007), que trabalharam com tilápias na mesma faixa de temperatura, as quais, ainda que pertencentes a espécies diferentes, têm idêntico hábito alimentar. Mendonça (2007), ao trabalhar com juvenis de tambaqui, obteve resultados de CAA acima de 1,7 para uma espécie da mesma família que do pacu.

O melhor desempenho dos animais alimentados com dieta de menor granulometria do milho foi explicado por Zanotto et al. (1995), que afirmaram ser a eficiência da digestão influenciada, entre outros fatores, pela superfície de exposição dos alimentos às secreções digestivas bem como pelo tempo de passagem no trato gastrintestinal.

Hayashi et al. (1999), ao avaliarem diferentes graus de moagem do milho (500 μ m e 1500 μ m) em rações para tilápia-do-nylo em fase de crescimento, verificaram que o menor grau de moagem apresentou melhores resultados de desempenho zootécnico. Os resultados desses autores foram confirmados, parcialmente, pelos resultados do presente experimento.

Soares et al. (2003), ao trabalharem com tilápia-do-nylo, durante a fase de crescimento (peso médio inicial de 12g) e variação na moagem dos ingredientes (peneiras de 0,50, 0,75, 1,00 e 1,50mm) em rações peletizadas, observaram efeito quadrático para peso final o ganho de peso

e taxa de eficiência proteica. Esses autores consideraram que os ingredientes da ração moídos em peneira de 0,79mm seriam mais adequados para a espécie, na fase de crescimento. Booth et al. (2000), ao testarem diferentes formas de processamento de ração para “Silver Perch” (*Bidyanus bidyanus*), verificaram que o grau de moagem dos alimentos não influenciou o desempenho dos animais.

Estes resultados estão de acordo com os de Araújo (1999), que, ao trabalhar com tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1766), não observou efeito sobre ganho de peso diário, ganho de peso total e ganho de peso final. Cantelmo e Ribeiro (1994), ao trabalharem com pacu e tambaqui, observaram correlação positiva entre desempenho e tamanho de partícula, e entre abertura da boca e comprimento padrão dos peixes.

No presente experimento, a granulometria do milho não interferiu no consumo de ração. Isto pode ser explicado pelo fato de as rações serem isoenergéticas, haja vista que o nível energético da dieta pode limitar o consumo pelos peixes (Carneiro, 1990).

As curvas das taxas de crescimento específico (TCE) tiveram comportamento linear (Fig. 3), sendo 1,14% o melhor resultado. Estes valores são mais baixos que os obtidos por Coldebella e Radunz-Neto (2002), de 3,5% e 4,2%, em animais que pesavam 4,0 a 6,0g, criados durante

Efeito da granulometria...

120 dias, e por Salhi et al. (2004), que, em 30 dias de criação, obtiveram taxas de crescimento específico que variaram de 3,7 a 5,3%, em alevinos com peso de 1,0 a 1,5 grama. Vaz (2003), ao trabalhar com alevinos de jundiá com peso de 0,6 a 1,5g, durante 30 dias, em gaiola,

obteve taxas de crescimento específico que variaram de 2,3% a 3,2%. Os baixos valores de TCE deste trabalho podem ser atribuídos ao tamanho inicial dos juvenis de pacus, mais elevados que os dos trabalhos relatados.

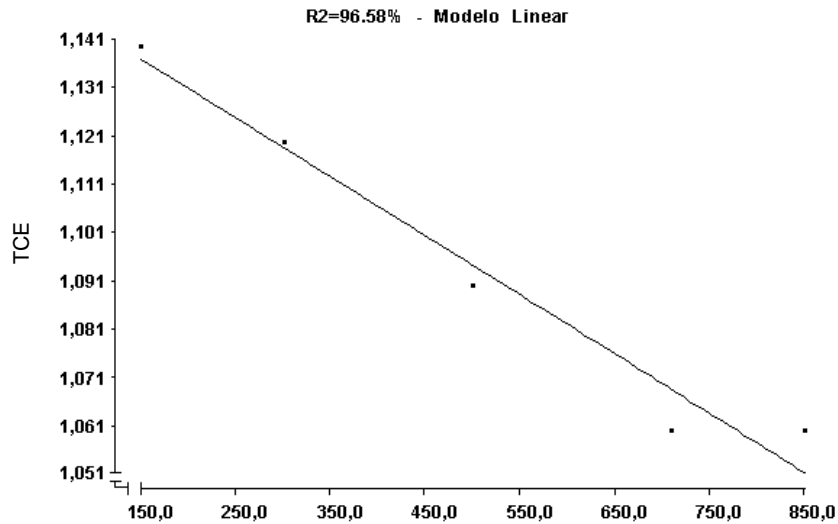


Figura 3. Regressão para a variável taxa de crescimento específico (TCE) aos 53 dias de experimento: $\hat{y} = -0,0001225X + 1,1555$ ($P = 0,0027$; $r^2 = 95\%$).

Mendonça (2007) obteve valores ainda menores de TCE (0,44%) e TEP (1,65%), ao trabalhar com diferentes fotoperíodos com juvenis de tambaqui. Esses valores correspondem aos do TCE (0,43%) encontrados por Burkert (2007), que estudou diferentes níveis de L-carnitina na ração para juvenis de pacu. A TEP utiliza valores

obtidos na biometria e na análise bromatológica e os transforma em dados para avaliação e quantificação do uso do nitrogênio fornecido na dieta, correlacionado com a produção de proteína do animal. O comportamento da TEP foi linear, demonstrando que quanto menor a granulometria do milho, melhor a TEP (Fig. 4).

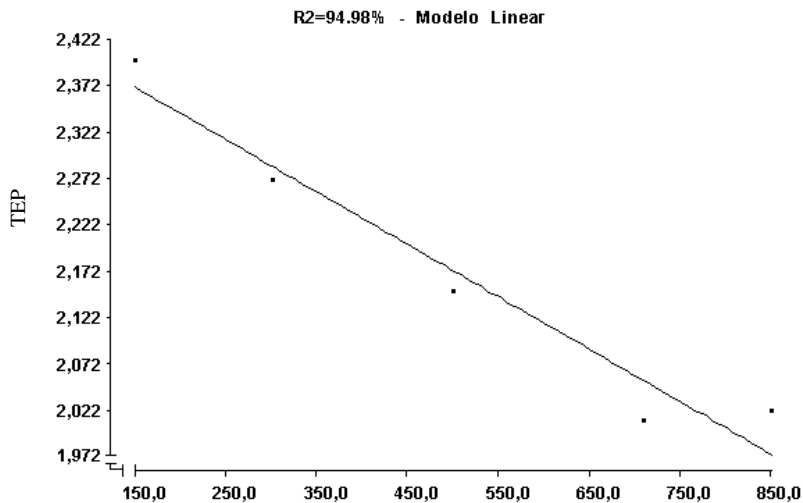


Figura 4. Regressão para a variável taxa de eficiência proteica (TEP) aos 53 dias de experimento: $\hat{y} = -0,000567X + 2,454$ ($P = 0,0048$; $r^2 = 93,30\%$).

Soares et al. (2003) observaram efeito quadrático ($P < 0,05$) do grau de moagem utilizado sobre peso final, ganho de peso, comprimento total final, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência proteica, com os melhores índices em 0,782; 0,789; 0,739; 0,656 e 0,734µm da abertura da peneira, respectivamente.

Segundo Meurer et al. (2005), em rações que contenham ingredientes moídos em peneiras com malhas maiores, há indução no aumento das taxas de trânsito pelo trato digestivo e menor relação da superfície de contato das partículas da ração com as enzimas digestivas, eventos esses que diminuem a eficiência da digestão dos alimentos pelos animais.

O tamanho da partícula alimentar pode afetar o crescimento e a composição corporal dos peixes, principalmente nas fases mais avançadas de vida (Nortvedt e Tuene, 1998). Contudo, Lazzari et al. (2004), ao trabalharem com diferentes granulometrias, não observaram diferença significativa no crescimento das pós-larvas de jundiá (onívoro) aos 21 dias. Os autores justificaram que os peixes testados ainda estavam muito jovens e a atividade enzimática e o tubo digestivo não estavam em sua formação completa, pois boa parte do perfil enzimático dessa espécie provém do alimento natural. O tratamento com menor granulometria do milho na ração peletizada foi capaz de melhorar o desempenho dos juvenis de pacu (Tab. 4) e pode, assim, diminuir o tempo de cultivo e amenizar o impacto ambiental, em razão da melhor conversão alimentar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M.G. *Influência de rações formuladas com milho processado e amido de milho sobre o desempenho e composição corporal da tilápia (Oreochromis niloticus Linnaeus, 1757)*. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- BOOTH, M.A. Effects of grinding, steam conditioning and extrusion of practical diet on digestibility and weight gain of silver perch, *Bidyanus bidyanus*. *Aquaculture*, v.182, p.287-299, 2000.
- BOYD, C.E. *Water quality management for pond fish culture*, development in aquaculture and fisheries science. New York: Elsevier, 1982. v.9, 730p.
- BURKERT, D. *Avaliação do uso de carnitina e de duas fontes de metionina no desempenho e na composição corporal do pacu, Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887)*. 2007. 48f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.
- CANTELMO, O.A.; RIBEIRO, M.A.R. Determinação do tamanho da partícula alimentar para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) e tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) no estágio de alevino. *Bol. Tec. CEPTA*, v.7, p.9-17, 1994.
- CARNEIRO, D.J. *Efeito da temperatura na exigência de proteína e energia em dietas para alevinos de pacu, Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887)*. 1990. 55f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- CARNEIRO, D.J.; CHAIM, S.H.S.; DIAS, T.C.R. Efeito do processamento das dietas comerciais sobre o desenvolvimento produtivo do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7., 1992, Peruíbe, SP. *Anais...* Peruíbe, SP: Simbraq, 1992. p.44-51.
- CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J.E.P. *Piscicultura nos trópicos*. São Paulo: Manole, 1986. 152p.
- COLDEBELLA, I.J.; RADÜNZ-NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Cienc. Rural*, v.32, p.449-503, 2002.
- COUTO, H.P. *Fabricação de rações e suplementos para animais: gerenciamento e tecnologias*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 263p.
- HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. et al. Uso de diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus* L.) na fase de crescimento. *Acta Scient.*, v.21, p.733-737, 1999.
- KUBITZA, F. Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1., 1997, Piracicaba. *Anais...*Piracicaba: CBNA, 1997. p.63-101.

Efeito da granulometria...

- KUBITZA, F. *Nutrição e alimentação dos peixes*. Piracicaba: ESALQ, 1997b.
- LAURINEN, P.H.; SILJANDER-RASI, J.; KARHUNEN, T. et al. Effects of different grinding methods and particle size of barley and wheat on pig performance and digestibility. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.83, p.1-16, 2000.
- LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; LIMA, R. et al. Efeito da frequência de arraçamento e da troca do tamanho de partícula alimentar no desenvolvimento de pós-larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*). *R. Bras. Agrocienc.*, v.10, p.231-234, 2004.
- LOVELL, T. *Nutrition and feeding of fish*. New York: Van Nostrand and Reinhold, 1988.
- MEER, M.B.; MACHIELS, M.A.M.; VERDEGEM, M.C.J. The effect of dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquacult. Res.*, v.26, p.901-909, 1995.
- MENDONÇA, P.P. *Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de tambaqui Colossoma macropomum*. 2007. 68f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, R.J.
- MEURER, F.; BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C. et al. Grau de moagem dos alimentos em rações para a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o período de reversão sexual. *Acta Scient.*, v.27, p.81-85, 2005.
- MOURA, G.S.; OLIVEIRA, M.G.A.; LANNA, E.T.A. et al. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nilo submetidas a diferentes temperaturas. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.42, p.1609-1615, 2007.
- NORTVEDT, R.; TUENE, S. Body composition and sensory assessment of three weight groups of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fed three pellet sizes and three dietary fat levels. *Aquaculture*, v.161, p.295-313, 1998.
- NUTRIENT requirements of fish. Washington: National Academy, 1993.
- PEZZATO, L.E. Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para a indústria de nutrição de peixes no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS, 1., 1995, Campos do Jordão. *Anais...* Campos do Jordão: CBNA, 1995. p.35-52.
- SALHI, M.; BESSONART, M.; CHEDIAK, G. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels. *Aquaculture*, v.231, p.435-444, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. et al. Diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas peletizadas para a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em fase de crescimento. Desempenho e digestibilidade aparente. *Zootec. Trop.*, v.21, p.275-287, 2003.
- SVEIER, H.; WATHNE, E.; LIED, E. Growth, feed and nutrient utilization and gastrointestinal evacuation time in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): the effect of dietary fish meal particle size and protein concentration. *Aquaculture*, v.180, p.265-282, 1999.
- VAZ, B.S. *Efeito da densidade de estocagem sobre o cultivo de alevinos de jundiá (Rhamdia sp.) em tanque-rede de pequeno volume*. 2003. 44f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.
- ZANOTTO, D.L.; NICOLAIEWSKY, S.; FERREIRA, A.S. et al. Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.24, p.428-436, 1995.