

Tempo de trânsito gastrintestinal e esvaziamento gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo

Teresa Cristina Ribeiro Dias-Koberstein^{1*}, Dalton José Carneiro² e Elisabeth Criscuolo Urbinati³

¹Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Via de acesso Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Via de acesso Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

³Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Via de acesso Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: crisdias@caunesp.unesp.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de duas temperaturas de cultivo na ingestão de alimento pelo pacu (*Piaractus mesopotamicus*), relacionando o comportamento alimentar com o tempo de trânsito do alimento e tempo de esvaziamento gástrico (índice de repleção). Foram utilizados 96 juvenis de pacu com peso aproximado de 160 g, alojados em aquários de 150 litros com fluxo de água contínuo, alimentados com ração extrusada comercial, contendo 28% de proteína bruta e submetidos a duas temperaturas de cultivo: 23°C e 27°C. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. O tempo de trânsito gastrintestinal (TTG) foi significativamente influenciado pela temperatura, com médias de 36h e 14h para 23°C e 27°C, respectivamente. O tempo de evacuação gástrica (TEG) foi mais lento a 23°C do que a 27°C, temperatura na qual se registraram os menores índices de repleção (média de 0,36) em um tempo 166,67% mais rápido (21h).

Palavras-chave: temperatura, tempo de evacuação gástrica.

ABSTRACT. *Gastrointestinal passage time length and gastric emptying of pacu (Piaractus mesopotamicus) in different temperatures.* The present work assessed the effect of the temperature on the feed ingestion (intake) by pacu (*Piaractus mesopotamicus*), relating the feeding behavior to the gastric transit time (GTT) and gastric evacuation time (repletion index) (GET). Ninety-six fingerlings pacus with 160 g were placed in 150-liter experimental aquaria with continuous water flow. They were fed by a commercial floating feed (28% crude protein) in two water temperatures: 23 and 27°C. GTT was significantly influenced by the water temperature, showing means values of 36h and 14h for 23 and 27°C, respectively. GET was slower in fish maintained at the lowest temperature, where they reached the lowest repletion indices (0.36) in a period of time 166.67% faster (21h).

Key words: temperature, evacuation time (repletion index).

Introdução

O pacu, membro da família Characidae e da sub-família Serrasalminae, até recentemente conhecido pelo nome específico de *Colossoma mitrei* (Berg, 1895), teve redescoberta sua classificação mais antiga, voltando a ter o nome de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). Alimenta-se basicamente de folhas e de frutas de árvores, o que leva a crer que tenha habilidade especial na digestão e na absorção de alimentos grosseiros, ricos em carboidratos. É uma espécie onívora, mas apresenta hábito alimentar especificamente frugívoro e herbívoro, do tipo podador, e de caráter oportunista. Silva (1985) observou, por meio de estudos realizados no Pantanal do Mato Grosso, que essa

espécie apresenta adaptações alternativas de sua alimentação, não só na composição, mas também no grau de fracionamento dos alimentos encontrados no seu trato digestório. Na época das secas, as folhas e, principalmente, os frutos e as sementes são bastante triturados antes de chegar ao estômago, mas, com a cheia dos rios, esses alimentos são parcialmente fracionados e digeridos. Portanto, além de possuir características de precocidade, rusticidade, carne saborosa e ótimo crescimento, trata-se de uma espécie que aceita muito bem o arraçoamento, o que propicia o sucesso da criação em sistemas de cultivos intensivos. Apesar de todas essas características, ainda há necessidade de informações a respeito dessa espécie.

Um dos fatores que regulam a transformação dos alimentos dentro do tubo digestivo e a absorção dos

nutrientes é a velocidade de trânsito dos alimentos. O tempo de retenção dos alimentos também ocorre em função da temperatura de aclimação dos peixes, influenciando igualmente na quantidade de alimento consumido espontaneamente (Possompes *et al.*, 1973).

Carneiro *et al.* (1990) estudaram o tempo de trânsito gastrointestinal de ração em alevinos de pacu, cultivados em três temperaturas (24°C, 28°C e 32°C) recebendo quatro dietas contendo dois níveis protéicos (20% e 30%) e dois níveis de energia bruta (3600 e 4000 kcal/kg). Observaram que apenas a temperatura da água dos aquários experimentais teve efeito marcante sobre o tempo de trânsito gastrointestinal das dietas. Esses autores determinaram os valores médios de 34h33min., 11h42min. e 13h39min., para as temperaturas de 24°C, 28°C e 32°C, respectivamente.

Fauconneau *et al.* (1983) observaram o tempo de trânsito do alimento por meio do trato gastrointestinal da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), cultivada em duas temperaturas (9-10°C e 18°C). Na temperatura de 9°C, o tempo de trânsito médio foi de 34h, enquanto para a temperatura mais alta foi de 26h30min., no primeiro dia de experimento.

Por evacuação gástrica, entende-se o tempo necessário para o peixe esvaziar completamente seu estômago de alimento (Windell, 1968). Vários modelos vêm sendo utilizados para estimar as taxas de evacuação e relacioná-las aos dados de conteúdo estomacal obtidos em campo.

Segundo Kolok e Rondorf (1987), a taxa de evacuação gástrica estimada em experimentos de laboratório com salmão chinook juvenil, *Oncorhynchus tshawytscha*, foi influenciada pela temperatura e alimento consumido. Os peixes mantidos a 10°C ingeriram menos alimento do que aqueles mantidos a 15°C. A média de peso úmido do conteúdo estomacal no início do experimento foi de $0,20 \pm 0,11$ g e de $0,61 \pm 0,24$ g, respectivamente. A taxa de evacuação gástrica foi mais alta a 10°C, de $R = 0,142$, do que a 15°C, com $R = 0,092$, obtidas por meio da fórmula: $Y = \alpha - R^X$, onde, Y = peso seco do alimento (mg) no estômago; R = taxa de evacuação gástrica e X = tempo (horas) após a alimentação.

De acordo com Berg (1979), o grau de repleção do tubo digestório do peixe, ou seja, o volume de alimento ingerido indica as condições do nicho ecológico, uma vez que esse é influenciado pela competição alimentar, pela diminuição da oferta de alimento, pela condição fisiológica do peixe e pelos fatores abióticos.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os

efeitos da temperatura de cultivo na ingestão de alimentos pelo pacu (*Piaractus mesopotamicus*), de forma a se caracterizar o comportamento alimentar por meio das observações de tempo de trânsito do alimento e de tempo de esvaziamento gástrico (índice de repleção).

Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Peixes do Centro de Aqüicultura da Unesp, Câmpus de Jaboticabal, Estado de São Paulo, por meio de ensaios laboratoriais nos quais foram realizados estudos sobre o comportamento alimentar de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). O aproveitamento dos alimentos pelo pacu foi avaliado por meio da determinação de parâmetros descritos a seguir.

Foram utilizados 96 juvenis de pacu com peso aproximado de 160 g, distribuídos em 24 aquários experimentais de fibrocimento, com capacidade de 150 L e fluxo de água de mina contínuo. Utilizando delineamento inteiramente casualizado, foram testados dois tratamentos, correspondentes a duas temperaturas de cultivo (23°C e 27°C) com três repetições. O experimento foi realizado em dois períodos do ano, para a obtenção das temperaturas desejadas (23°C e 27°C). As duas temperaturas escolhidas foram baseadas em Carneiro (1990). O tamanho dos pacus foi escolhido para ser aproximadamente o dos peixes disponíveis no início do período de engorda, logo após o inverno.

Os peixes passaram por adaptação de duas semanas, quando foram condicionados a capturar o alimento assim que ele caísse na água. Foi utilizada ração comercial extrusada contendo 28% de proteína bruta, 3,0% de gordura, 8,5% de fibra bruta, 9,5% de cinzas, 10% de umidade, 1,6% de cálcio e 0,6% de fósforo total. Foram realizadas três observações para cada parcela, de forma que somente a sua média foi utilizada como uma das repetições em cada tratamento experimental.

As análises de oxigênio dissolvido, de pH e de alcalinidade foram realizadas no início de cada período de observação. A temperatura da água foi monitorada duas vezes ao dia, pela manhã (8 horas) e à tarde (16 horas), por meio de termômetro de bulbo de mercúrio, com escala de 0°C a 50°C.

Foram utilizadas duas rações-teste com mesma constituição básica. Uma delas continha 1% de óxido de titânio, marcador inerte que provoca coloração esbranquiçada das fezes, de forma a acentuar o início do efeito do óxido de crômio-III, outro marcador que confere coloração verde, que foi utilizado, em

seguida, em uma segunda dieta. Dessa maneira, os peixes passaram a receber, nos dias subseqüentes e nos horários de alimentação, rações contendo 1% de óxido de crômio, o que resultou, em fezes verde-escuras.

Após o horário programado de alimentação, as fezes dos peixes de cada aquário experimental foram examinadas a cada período de tempo, alternadamente, de tal forma que os alevinos de cada parcela fossem utilizados novamente, se necessário, após todas as repetições terem sido já utilizadas. Em cada horário de observação, fazia-se leve pressão na região abdominal do peixe, próximo ao ânus, para averiguação da coloração das fezes. As fezes passavam da cor esbranquiçada para verde-escuro. As amostras receberam notas de 0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00, de acordo com a intensidade da cor (verde). Foi considerado completado o tempo de trânsito gastrintestinal (TTG) dos peixes de um tratamento experimental quando uma das repetições obteve, pela primeira vez, a média máxima de pontos.

Utilizando-se os dados médios de quantidade de ração consumida e de tempo de arraçoamento já determinados para cada tratamento, todos os peixes dos 24 aquários experimentais foram alimentados ao mesmo tempo, sendo que nenhum peixe foi realimentado durante esse ensaio. Todos os peixes de uma mesma repetição foram sacrificados após o término do período de sua alimentação, em intervalos de 2h para o tratamento de temperatura mais alta e de 4h para a temperatura mais baixa.

O material encontrado no estômago (AE) de cada peixe (peso seco) foi quantificado e relacionado com a quantidade originalmente ingerida durante o ensaio, para se determinarem os índices de repleção (TEG) a cada período, obtidos a partir da seguinte equação¹:

$$TEG = \frac{\text{conteúdo estomacal (g)}}{\text{peso do estômago (g)}}$$

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, contendo dois tratamentos (duas temperaturas, 23°C e 27°C) e três repetições. Os resultados observados foram processados por meio do programa estatístico SAS (1995), sendo a análise de variância realizada pelo teste F e o teste de Tukey aplicado às médias.

Resultados e discussão

Os dados relativos às médias da temperatura da água nos aquários são apresentados na Tabela 1. As médias de temperatura mantiveram-se próximas da

desejada em cada fase. Os ensaios tiveram duração no máximo três dias.

Tabela 1. Valores médios de temperatura e parâmetros químicos da água.

Tratamento	Temperatura	pH	Alcalinidade (meq L ⁻¹)	O ₂ D (mg L ⁻¹)
T ₂₃	22,98 ± 0,48	6,65	2,17	5,80
T ₂₇	27,1 ± 0,68	7,85	2,03	5,61

Os valores médios observados para os parâmetros químicos da água (pH, alcalinidade e oxigênio dissolvido), nas determinações efetuadas em cada período experimental, não apresentaram variações acentuadas e mantiveram-se dentro dos níveis considerados adequados para o desenvolvimento dos peixes (Castagnolli e Cyrino, 1986), como pode ser observado através da Tabela 1. Os valores de pH da água estiveram dentro da faixa de 5,0 a 9,0, recomendada como ideal à piscicultura por Boyd (1990) e Sipaúba-Tavares (1995).

O abastecimento contínuo dos aquários experimentais, com alta taxa de renovação de água, propiciou a estabilidade desses valores e a manutenção dos teores de oxigênio dissolvido.

Tempo de trânsito gastrintestinal

Os valores médios observados para as notas, segundo a coloração das fezes dos peixes em intervalos decorridos da alimentação com marcadores, são apresentados na Tabela 2. As análises de variância mostram que houve efeito significativo (P<0,01), tanto para os efeitos de temperatura quanto, para o tempo de coleta, dentro de cada temperatura estudada.

O teste de Tukey aplicado às médias, ao nível de 5% de probabilidade, mostrou que, na temperatura de 23°C, o maior valor, caracterizando exatamente o tempo de trânsito do alimento foi obtido 36h após o arraçoamento (Tabela 2). Já na temperatura de 27°C, as médias de 0,92 e de 1,00 não diferiram por esse mesmo teste, caracterizando o tempo gastrintestinal de 14 horas após a alimentação. Resultados semelhantes foram obtidos por Carneiro *et al.* (1990), em que foram determinados valores médios de trânsito gastrintestinal de 34h33min., 11h42min. e 13h39min. para as temperaturas de 24°C, 28°C e 32°C, respectivamente.

Carneiro (1990) observou que somente a temperatura teve influência no tempo de trânsito gastrintestinal das dietas dos peixes, determinando, a 24°C, valores três vezes maiores que a 28°C e 32°C. O autor observou que não se espera que o menor tempo de trânsito melhore o desempenho de

¹ Comunicação Pessoal, Roberto Goiten – Unesp, Rio Claro, Estado de São Paulo.

Tabela 2. Valores de F, coeficiente de variação (V) e médias obtidas para o tempo de trânsito gastrointestinal (TTG).

Estatística	TTG
F p/ temperatura (T)	21,77**
tempo de coleta dentro de T (TC:T)	49,62**
CV (%)	17,47
Média:	
T ₂₃	0,55 ^A
T ₂₇	0,44 ^B
Média para T ₂₃ (horas)	
0	0,02 ^F
4	0,19 ^E
8	0,33 ^E
12	0,44 ^D
16	0,46 ^D
20	0,65 ^C
24	0,65 ^C
28	0,81 ^{BC}
32	0,92 ^{AB}
36	1,00 ^A
Média para T ₂₇ (horas)	
0	0,00 ^E
2	0,01 ^{DE}
4	0,07 ^{DE}
6	0,32 ^{CD}
8	0,32 ^{CD}
10	0,53 ^{BC}
12	0,78 ^{AB}
14	0,92 ^A
16	1,00 ^A

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

produção dos peixes e aumente o aproveitamento das dietas, mas que o tempo de trânsito observado para a temperatura mais baixa (no caso 24°C) deve ter limitado a ingestão de alimentos e, certamente, o metabolismo dos alevinos de pacu, justificando resultados sempre ruins para os parâmetros observados nessa temperatura. Observou-se a grande diferença de tempo de trânsito do alimento nas duas temperaturas (157,14% mais rápido na temperatura de 27°C), o que certamente influi aporte de nutrientes para crescimento maior e mais veloz. De outra forma, essa temperatura propicia consumo de ração relativamente maior, o que permitiria a obtenção de um mesmo crescimento consumindo dietas de níveis relativamente menores. De acordo com Piper *et al.* (1982), a temperatura da água é um fator mais importante do que a alimentação para o crescimento dos peixes. Hidalgo e Alliot (1988) relataram que a influência da temperatura na utilização dos nutrientes depende, principalmente, do efeito do nível de ingestão dos nutrientes.

A influência da temperatura no tempo de esvaziamento gástrico, determinada por meio dos resultados de índice de repleção estomacal, nos vários intervalos de observação decorridos da alimentação, está representada na Tabela 3.

A análise de variância dos dados mostrou efeito (P<0,01) tanto para as temperaturas estudadas como para o período de coletas. Observou-se (Tabela 3),

Tabela 3. Valores de F, coeficiente de variação (CV) e médias obtidas para o tempo de esvaziamento gástrico (TEG).

Estatística	Esvaziamento Gástrico (g)
F p/temperatura (T)	112,61**
Período de jejum	16,42**
CV	33,51
Média: T ₂₃	1,89 ^A
T ₂₇	0,88 ^B
Médias p/ os tempos de coleta (23°C):	
0	1,96 ^{FG}
4	5,78 ^A
8	2,05 ^{DEF}
12	1,38 ^H
16	1,79 ^G
20	2,81 ^B
24	2,38 ^C
28	2,19 ^{CDE}
32	2,22 ^{CD}
36	1,41 ^H
40	1,17 ^I
44	0,97 ^J
52	0,93 ^J
56	0,71 ^K
60	0,58 ^K
27°C	1,82 ^A
0	
2	1,03 ^C
4	1,32 ^C
6	0,58 ^{FG}
8	0,93 ^{CD}
10	1,03 ^C
12	0,79 ^{DE}
15	0,77 ^{DEF}
18	1,04 ^C
21	0,36 ^H
24	0,34 ^H
27	0,60 ^{FG}

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

por meio da aplicação do teste de Tukey, que as duas temperaturas, embora de pouco significado prático, tiveram efeito significativo sobre os peixes (P<0,05) mostrando que, a 23°C, a quantidade retida no estômago, em geral, é maior do que a 27°C (índices de 1,89 e 0,88, respectivamente).

O teste de Tukey aplicado às médias para os intervalos de coletas, nas duas temperaturas estudadas, mostrou digestão mais lenta a 23°C (P<0,05) e que o máximo esvaziamento pode ser considerado após 56 horas do arraçoamento. Já para a temperatura da água de 27°C, a aplicação do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, revelou médias proporcionalmente mais baixas para a relação conteúdo estomacal/peso do estômago, mostrando passagem mais rápida do alimento, de forma que o máximo esvaziamento (índice médio de 0,36) ocorreu 21h após a alimentação. Dessa forma, observou-se que o esvaziamento máximo, na maior temperatura, foi 166,67% mais rápido do que a 23°C.

Segundo Hayward e Bushmann (1994), as variáveis que influenciam a taxa de evacuação gástrica dos peixes incluem estágio de vida, temperatura, tamanho corporal, tipo e qualidade do alimento e tamanho e frequência de alimentação.

Embora os parâmetros sejam distintos, esse mesmo comportamento na temperatura mais elevada ocorreu com os resultados já observados para o tempo de trânsito gastrointestinal (Tabela 2) que revelou ser 157,4% mais rápido.

Conclusão

Os valores de tempo de trânsito gastrointestinal (TTG) foram acentuadamente influenciados pelas temperaturas, com médias de 36 e 14 horas para 23 °C e 27°C, respectivamente, e a digestão do alimento foi mais lenta e gradual em 23°C do que em 27°C, que alcançou menores índices de repleção.

Referências

- BERG, J. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens*. *Mar. Biol.*, Trondheim, v. 50 p. 263-273, 1979.
- BOYD, C.E. *Water quality in warm water fish ponds*. Auburn University: Alabama Agricultural Experiment Station., 1979.
- CARNEIRO, D.J. *Efeito da temperatura na exigência de proteína e energia em dietas para alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887)*. 1990. Tese (Doutorado em Ecologia)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1990.
- CARNEIRO, D.J. *et al.* Níveis de proteína e energia brutas em dietas práticas para o crescimento de pacu, *Piaractus mesopotamicus*, em diferentes temperaturas. III-Efeitos sobre o tempo de trânsito gastrointestinal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7., Resumos... Natal, 1990, p. 62.
- CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J.E.P. *Piscicultura nos Trópicos*. São Paulo: Ed. Manole, 1986.
- FAUCONNEAU, B. *et al.* Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs the gastrointestinal tract of rainbow trout. *Aquaculture*, Paris, v. 34, p. 27-39, 1983.
- HAYWARD, R.S.; BUSHMANN, M.E. Gastric evacuation rates for juvenile *Largemouth bass*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, Edmonton, v. 123, p. 88-93, 1994.
- HIDALGO, F.; ALLIOT, E. Influence of water temperature on protein requirement and protein utilization in juvenile sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 72, p. 115-129, 1988.
- KOLOK, A.S.; RONDORF, D.W. Effect of differential gastric evacuation and multispecies prey items on estimates of daily energy intake in juvenile chinook *Salmon*. *Environm. Biol. Fish.*, Nebraska, v. 19, n. 2, p. 131-137, 1987.
- PIPER, R.G. *et al.* Mise au point d'une méthode d'étude du transit gastro-intestinal chez la truite ar-en-ciel *Salmo gairdneri* Richardson: Influence du nombre de repas, des quantités ingérées et de la température d'acclimatation. *Ann. Hydrobiol.*, Paris, v. 6, n. 2, p. 131-143, 1973.
- POSSOMPES, B.D. *et al.* Mise au point d'une méthode d'étude du transit gastro-intestinal chez la truite ar-en-ciel *Salmo gairdneri* Richardson: Influence du nombre de repas, des quantités ingérées et de la température d'acclimatation. *Ann. Hydrobiol.*, Montpellier, v. 6, n. 2, p. 131-143, 1973.
- SAS INSTITUTE. SAS-STAT User Guide, Version 6, *Stat. Anal. Syst. Inst.*, Cary, NC, 4. ed. v. 2, 1989.
- SILVA, A.J. da. *Aspectos da alimentação do pacu adulto, *Colossoma mitrei* (BERG, 1895) (Pisces, Characidae), no Pantanal de Mato Grosso*. 1985. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Zoologia)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1985.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. *Limnologia e a piscicultura*. Ciência Zootécnica. Centro de Aquicultura da Unesp, Jaboticabal: *Boletim Técnico*, n. 1, 1995.
- WINDELL, J.T. *Food analysis and rate of digestion*. In: RICKER, W.E. (Ed.). *Methods for assesment of fish production in fresh waters*. London: Willner B., 1968.

Received on January 10, 2005.

Accepted on July 27, 2005.