

Mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de juvenis de pacu

André Fernando Nascimento Gonçalves¹, Elane Cristine Correia Santos¹, João Batista Kochenborger Fernandes² e Leonardo Susumu Takahashi^{1*}

¹Faculdade de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus Experimental de Dracena, Rod. Cmt. João Ribeiro de Barros, km 651, 17900-000, Dracena, São Paulo, Brasil. ²Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. Email: takahashi@dracena.unesp.br

RESUMO. Objetivou-se verificar a eficiência de anestésicos naturais na indução à anestesia de juvenis de pacu. Foram avaliadas quatro concentrações de mentol (50, 100, 150 e 200 mg L⁻¹), quatro de eugenol (10, 25, 50 e 100 mg L⁻¹) e uma de benzocaína (100 mg L⁻¹). Durante o procedimento de anestesia, foram monitorados e avaliados quatro estágios de sedação, da redução dos movimentos operculares até a perda total de reação à manipulação. Após o procedimento de biometria, foram avaliados o tempo de recuperação e a mortalidade até 48h após anestesia. As concentrações de 100, 150 e 200 mg L⁻¹ de mentol e as concentrações de 50 e 100 mg L⁻¹ de eugenol apresentaram tempos de indução à anestesia e recuperação similares aos da benzocaína. Os resultados obtidos mostraram que o mentol e o eugenol são anestésicos eficientes para pacus em substituição à benzocaína, sugerindo a concentração de 100 mg L⁻¹ de mentol e 50 mg L⁻¹ de eugenol.

Palavras-chave: anestésico, manejo, mentol, eugenol, *Piaractus mesopotamicus*.

ABSTRACT. Menthol and eugenol as benzocaine substitutes in anesthetic induction of pacu juveniles. This study aimed to verify the efficacy of natural anesthetic induction of pacu juveniles. Were evaluated four menthol (50, 100, 150 and 200 mg L⁻¹), four eugenol (10, 25, 50 and 100 mg L⁻¹) and one benzocaine (100 mg L⁻¹) concentrations. During the anesthetic procedure, four sedative stages were monitored and evaluated until no reaction of the fish to handling was registered. After performing biometric evaluation on the anesthetized fish, were recorded the recovery time and mortality rate up to 48 hours after the anesthetic experiments. Concentrations of 100, 150 and 200 mg L⁻¹ of menthol, 50 and 100 mg L⁻¹ of eugenol showed anesthetic induction time and recovery time similar to that of benzocaine. The obtained results showed that menthol and eugenol are efficient anesthetics for pacu juveniles in substitution of benzocaine, suggesting the concentration of 100 mg L⁻¹ of menthol and 50 mg L⁻¹ of eugenol.

Key words: anesthetic, handling, menthol, eugenol, *Piaractus mesopotamicus*.

Introdução

Práticas realizadas na aquicultura, como biometria, análise patológica, implante hormonal e transporte, frequentemente expõem os peixes a uma variedade de fatores estressantes que têm o potencial de afetar seu desempenho (Barton, 2000). Alguns estímulos apresentados a um peixe causam uma ou mais mudanças comportamentais e fisiológicas, e estas, dentro do laboratório ou a campo, resultam em diminuição da alimentação e conseqüente atraso no crescimento e aumento da mortalidade (Barton, 1997). O conhecimento de métodos que permitam intervenções com o mínimo de interferência nas funções vitais e fisiológicas dos peixes é importante a fim de que a mortalidade seja mínima durante o

transporte ou manejo (Cunha, 2007).

Para auxiliar os manejos, visando amenizar a intensidade do estresse destas atividades, têm-se utilizado anestésicos. A escolha do anestésico para peixes, geralmente, está relacionada com a viabilidade econômica e considerações legais (Iwana e Ackerman, 1994). De acordo com Sylvester (1975), um anestésico deve apresentar ação rápida sobre o sistema nervoso, sem complicações posteriores para o peixe. Como cada anestésico exige concentração diferente para induzir o estágio anestésico desejado, é necessário testar várias concentrações antes do tratamento definitivo, para não causar mortalidade dos animais expostos ao fármaco (Roubach e Gomes, 2001).

Segundo Woody *et al.* (2002), os estágios da anestesia estão associados a mudanças comportamentais visíveis, iniciando-se com a redução do movimento opercular até a completa perda de reação à manipulação. Estes autores destacam quatro estágios distintos: o primeiro estágio inicia-se segundos após o animal entrar em contato com o anestésico, quando ocorre a diminuição do movimento opercular, passando-se para o início de perda de equilíbrio, seguido da perda total de equilíbrio até chegar ao quarto estágio, em que ocorre a perda total de reação a qualquer estímulo.

Existem diversos tipos de anestésicos, como a tricaina metano sulfonato (MS 222), o sulfato de quinaldina, a benzocaína e o fenoxietanol, produtos químicos usados extensamente, mas que podem causar perda de muco, irritação da brânquia e danos na córnea (Inoue *et al.*, 2003). Dessa forma, procurando anestésicos menos residuais e agressivos, pesquisas com anestésicos de fontes naturais começaram a ser sugeridas.

Entre os anestésicos naturais produzidos no Brasil, encontramos o eugenol e o mentol. O óleo de cravo é um anestésico derivado da destilação de partes da planta do gênero *Eugenia* que tem como princípio ativo o eugenol, um depressor do sistema nervoso central (SNC) (Anderson *et al.*, 1997). Diversos estudos sugerem que o óleo de cravo (eugenol) é uma alternativa efetiva para a sedação de peixes e pode ter vários benefícios sobre outros métodos, principalmente seu baixo custo e elevada disponibilidade (Soto e Burhanuddin, 1995; Inoue *et al.*, 2003; Cunha, 2007).

Trata-se de um anestésico seguro, de grande eficácia, ampla margem de segurança para o peixe e ausência de toxicidade para o operador, nas doses utilizadas para peixes (Keene *et al.*, 1998). De acordo com Wagner *et al.* (2002), este fármaco é metabolizado e excretado rapidamente no organismo do animal, não requerendo tempo de carência. Ele vem sendo utilizado como anestésico de peixes em vários países, com vantagens econômicas e sem propriedades tóxicas aparentes (Soto e Burhanuddin, 1995; Munday e Wilson, 1997; Sladky *et al.*, 2001; Woody *et al.*, 2002). No entanto dados que reportam concentrações ideais de óleo de cravo para induzir a anestesia de peixes tropicais são escassos (Inoue *et al.*, 2003).

O mentol, segundo Matos (2000), é extraído de óleos essenciais da planta *Mentha* (*Mentha arvensis* L.), conhecida também como hortelã, planta medicinal e aromática com várias aplicações industriais, entre

elas, propriedades antiinflamatórias (Lorenzo *et al.*, 2002). Possui fácil acesso de aquisição, podendo ser encontrado em farmácias de manipulação; a exemplo da benzocaína, é facilmente encontrado no mercado local a baixo custo, além de possuir fácil utilização e conforto ao aplicador (Façanha e Gomes, 2005).

Para o pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), espécie nativa de grande importância para a piscicultura brasileira, é comum a utilização de benzocaína como anestésico, e a literatura sobre anestésicos naturais é escassa. Nesse sentido, objetivou-se avaliar diferentes concentrações de mentol e eugenol, em comparação à benzocaína na indução anestésica em juvenis de pacus.

Material e métodos

Os experimentos foram realizados na Faculdade de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Dracena (21°29'S, 51°52'W), Dracena, Estado de São Paulo, entre 11 de setembro e 30 de novembro de 2007.

Para a realização dos experimentos, juvenis de pacu (comprimento total médio = $17,4 \pm 1,4$ cm e peso médio = $110,5 \pm 21,6$ g) provenientes do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (Caunesp) de Jaboticabal, Estado de São Paulo, foram aclimatados, durante 20 dias, em tanques de polietileno com capacidade para 1.000 L, dispostos em um sistema de circulação fechado. Durante o experimento, foram monitorados os parâmetros de qualidade de água: temperatura, oxigênio dissolvido (YSI 55, Yellow Springs, OH, USA) e pH (YSI 63, Yellow Springs, OH, USA). Na aclimação, os peixes foram alimentados, até a saciedade aparente, em duas refeições diárias com ração comercial para peixes onívoros.

Foram realizados dois experimentos similares, cada um composto de cinco tratamentos e seis repetições, num delineamento inteiramente casualizado. No primeiro experimento, foram avaliadas quatro concentrações de mentol (50, 100, 150 e 200 mg L⁻¹) e uma de benzocaína (100 mg L⁻¹); no segundo, quatro concentrações de eugenol (10, 25, 50 e 100 mg L⁻¹) e uma de benzocaína (100 mg L⁻¹). As concentrações de eugenol e mentol testadas foram estabelecidas a partir dos resultados observados em outros trabalhos (Woody *et al.*, 2002; Façanha e Gomes, 2005; Vidal *et al.*, 2006) e a concentração de 100 mg L⁻¹ de benzocaína foi utilizada como referência para comparação por ser considerada ideal na anestesia de juvenis de pacus (Barbosa *et al.*, 2006).

Foram utilizados 30 aquários de 4 L em cada um dos experimentos, sendo seis aquários para cada tratamento. As respectivas concentrações, previamente diluídas em um béquer com 10 mL de etanol, foram adicionadas individualmente em cada aquário. Logo após a adição do anestésico à água, foi colocado um peixe por aquário, sendo visualmente monitorado e computado o tempo para se atingir cada um dos quatro estágios de anestesia: estágio 1 – diminuição do movimento opercular; estágio 2 – início de perda de equilíbrio, caracterizado pelo movimento natatório na posição normal intercalado por movimentos de lado; estágio 3 – perda total de equilíbrio, correspondendo ao movimento natatório de lado sem coordenação; estágio 4 – perda total de reação ao estímulo (Woody *et al.*, 2002). No quarto estágio, foi realizada biometria dos peixes, simulando um manejo de rotina na piscicultura.

Após a biometria, os peixes foram colocados em aquários idênticos aos do procedimento de anestesia, mas com água livre de anestésico, para avaliação do tempo de recuperação. Entendeu-se por recuperação o momento em que os peixes voltaram ao comportamento normal de natação. Após a recuperação, os peixes, separados de acordo com o tratamento avaliado, foram mantidos em dez caixas de 100 L (cinco caixas para o primeiro experimento e cinco para o segundo experimento) com fluxo de água constante e alimentação diária com ração comercial, para que a taxa de mortalidade fosse avaliada durante 48h após indução anestésica. Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância e comparação de médias realizadas pelo programa SAS versão 8.2, utilizando o teste de Tukey a 5%.

Resultados e discussão

Nos dois experimentos, os parâmetros de qualidade de água avaliados permaneceram dentro de faixas recomendadas para a espécie (Urbinati e Gonçalves, 2005). As diferentes concentrações dos anestésicos não influenciaram significativamente os

parâmetros de qualidade de água em nenhum dos experimentos (Tabelas 1 e 2). Estes resultados sugerem que os principais responsáveis pelo tempo necessário para a anestesia profunda, recuperação e posterior sobrevivência dos juvenis de pacu foram as concentrações dos anestésicos e não os parâmetros de qualidade de água.

Experimento 1 – mentol

Todas as concentrações testadas levaram os peixes à anestesia profunda, podendo ser utilizadas nos procedimentos de manejo de juvenis de pacu. De acordo com a Tabela 3, pode-se observar que a concentração de 100 mg L⁻¹ de benzocaína possibilitou aos peixes alcançarem o estágio 1 mais rapidamente, mas sem diferença significativa das concentrações de 100, 150 e 200 mg L⁻¹ de mentol. Durante os demais estágios, não houve diferença significativa, inclusive durante o estágio 4, que corresponde ao estágio final de anestesia. O único tratamento que não obteve, durante nenhum estágio, eficiência próxima à da benzocaína foi o tratamento de 50 mg L⁻¹, sendo esta concentração menos eficiente para anestésiar os juvenis de pacu.

No período de recuperação, não houve diferença estatística em nenhum dos tratamentos. Embora diferenças estatísticas não tenham sido observadas, na concentração de 50 mg L⁻¹ de mentol, os peixes levaram mais tempo (126s) para voltarem à natação normal; nos peixes da concentração de 200 mg L⁻¹ de mentol, a recuperação foi mais rápida (81,2s). Isto pode ser atribuído ao fato de que, quanto maior o tempo necessário para o peixe atingir o estágio 4 de anestesia, maior o tempo de exposição ao anestésico e, conseqüentemente, maior o tempo necessário para a recuperação dos peixes. Esta redução do tempo de recuperação está de acordo com as observações de Ostrensky *et al.* (2000) e Gomes *et al.* (2001). Segundo estes autores, quanto menor o tempo em que os peixes são expostos ao anestésico e menor a temperatura da água, mais rápida é a recuperação.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade de água no experimento realizado com diferentes concentrações de mentol e benzocaína¹.

Table 1. Water quality parameters in experiment with different concentrations of menthol and benzocaína.

Anestésico Anesthetic	pH		Oxigênio dissolvido mg L ⁻¹ Dissolved oxygen mg L ⁻¹		Temperatura °C Temperature °C	
	Antes Before	Depois After	Antes Before	Depois After	Antes Before	Depois After
50 mg L ⁻¹ Mentol	8,1 ± 0,08	8,1 ± 0,08	4,6 ± 0,64	5,2 ± 0,38	26,1 ± 0,51	26,3 ± 0,24
100 mg L ⁻¹ Mentol	8,1 ± 0,08	8,1 ± 0,08	4,8 ± 0,48	4,7 ± 0,33	26,1 ± 0,63	26,4 ± 0,26
150 mg L ⁻¹ Mentol	8,1 ± 0,08	8,1 ± 0,08	4,9 ± 0,61	4,8 ± 0,20	26,1 ± 0,52	26,4 ± 0,15
200 mg L ⁻¹ Mentol	8,1 ± 0,08	8,1 ± 0,08	5,0 ± 0,38	4,9 ± 0,19	26,1 ± 0,52	26,3 ± 0,22
100 mg L ⁻¹ Benzocaína	8,1 ± 0,06	8,1 ± 0,08	4,9 ± 0,34	4,8 ± 0,24	26,3 ± 0,31	26,4 ± 0,16

¹Valores são médias ± desvio-padrão.

¹Values are means ± standard deviation.

Tabela 2. Parâmetros de qualidade de água no experimento realizado com diferentes concentrações de eugenol e benzocaína¹.**Table 2.** Water quality parameters in experiment with different concentrations of eugenol and benzocaine.

Anestésico <i>Anesthetic</i>	pH		Oxigênio dissolvido mg L ⁻¹ <i>Dissolved oxygen mg L⁻¹</i>		Temperatura °C <i>Temperature °C</i>	
	Antes <i>Before</i>	Depois <i>After</i>	Antes <i>Before</i>	Depois <i>After</i>	Antes <i>Before</i>	Depois <i>After</i>
10 mg L ⁻¹ Eugenol	8,0 ± 0,10	8,0 ± 0,08	6,0 ± 0,41	5,6 ± 0,27	25,9 ± 1,05	26,0 ± 0,70
25 mg L ⁻¹ Eugenol	8,0 ± 0,01	7,8 ± 0,39	6,0 ± 0,28	5,7 ± 0,33	26,0 ± 0,73	25,9 ± 1,03
50 mg L ⁻¹ Eugenol	8,0 ± 0,04	8,0 ± 0,04	6,3 ± 0,36	6,5 ± 0,56	26,0 ± 0,85	25,5 ± 0,77
100 mg L ⁻¹ Eugenol	8,0 ± 0,05	8,0 ± 0,05	6,1 ± 0,28	6,0 ± 0,54	25,4 ± 0,91	25,5 ± 0,56
100 mg L ⁻¹ Benzocaína	8,0 ± 0,01	8,0 ± 0,05	5,8 ± 0,32	5,8 ± 0,29	25,8 ± 0,10	25,9 ± 0,10

¹Valores são médias ± desvio-padrão.¹Values are means ± standard deviation.**Tabela 3.** Tempo (s) de indução aos estágios de anestesia e recuperação de juvenis de pacu, utilizando diferentes concentrações de anestésicos¹.**Table 3.** Time (sec.) induction of anaesthesia stages and recovery of pacu juveniles, using different concentrations of anaesthetic.

Anestésico <i>Anesthetic</i>	Estágio 1 <i>Stage 1</i>	Estágio 2 <i>Stage 2</i>	Estágio 3 <i>Stage 3</i>	Estágio 4 <i>Stage 4</i>	Recuperação <i>Recovery</i>
50 mg L ⁻¹ Mentol	26,5 ± 10,8 a	79,6 ± 19,2 a	176,6 ± 52,5 a	258,5 ± 69,6 a	126,0 ± 24,0 a
100 mg L ⁻¹ Mentol	22,8 ± 10,8 ab	49,5 ± 9,1 b	88,8 ± 29,0 b	102,3 ± 29,5 b	113,2 ± 13,2 a
150 mg L ⁻¹ Mentol	20,5 ± 5,9 ab	32,0 ± 3,7 bc	53,6 ± 4,8 b	73,0 ± 16,5 b	109,7 ± 29,3 a
200 mg L ⁻¹ Mentol	18,0 ± 2,5 ab	31,5 ± 10,8 bc	51,3 ± 15,9 b	68,6 ± 19,7 b	81,2 ± 36,4 a
100 mg L ⁻¹ Benzocaína	11,0 ± 3,1 b	23,6 ± 7,8 c	50,0 ± 17,6 b	65,0 ± 18,7 b	56,7 ± 17,6 a

¹Valores são médias ± desvio-padrão. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05).¹Values are means ± standard deviation. Means followed by the same letter in the columns do not differ by the Tukey test (p > 0.05).

Façonha e Gomes (2005), testando cinco concentrações de mentol (50, 100, 150, 200 e 250 mg L⁻¹ mentol) como anestésico para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), observaram que a concentração ideal de mentol para sedação com finalidade de biometria é a de 100 mg L⁻¹, concentração que também foi ideal para anestesiá-los os juvenis de pacu. Entretanto o tempo necessário para os tambaquis atingirem o estágio 4 e a posterior recuperação foi superior aos observados nos juvenis de pacu. A mortalidade de tambaquis, assim como a de pacus, observada no presente experimento, foi zero, o que demonstra que para o mentol há uma grande margem de segurança, pois não houve mortalidade em nenhuma das concentrações testadas. Apesar de o mentol ser proveniente de uma planta medicinal, ainda não se sabe sobre a existência de resíduos na carcaça ou de alteração do sabor, bem como sobre as alterações fisiológicas nos peixes decorrentes do uso deste produto. Sendo assim, outras pesquisas devem ser realizadas.

Experimento 2 – eugenol

A exposição de juvenis de pacu ao eugenol, nas concentrações de 25 a 100 mg L⁻¹, resultou em indução à anestesia em até 1h, sem ocasionar mortalidade até 48h após procedimento de anestesia (Tabela 4). Outros estudos também reportam a eficácia do óleo de cravo como anestésico, inclusive com o kingio (*Carassius lapides*) (Endo et al., 1972), rabbitfish (*Siganus lineatus*) (Soto e Burhanuddin, 1995), truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (Keene et al., 1998), bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) (Waterstrat, 1999) e salmão vermelho (*Oncorhynchus*

nerka) (Woody et al., 2002), além de espécies nativas como o matrinxã (*Brycon cephalus*) (Inoue et al., 2003), pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) (Vidal et al., 2006) e o jundiá (*Rhamdia quelen*) (Cunha, 2007).

A concentração de 10 mg L⁻¹ de eugenol não permitiu que os peixes atingissem o estágio 3, que corresponde à perda de equilíbrio, em menos de 1h, descartando a possibilidade do uso desta concentração em procedimentos anestésicos para juvenis de pacu. Por outro lado, as concentrações de 50 e 100 mg L⁻¹ de eugenol apresentaram efeito similar ao de 100 mg L⁻¹ de benzocaína, valor considerado ideal para anestesia em juvenis de pacu (Barbosa et al., 2006).

O tempo para indução da perda total de equilíbrio e redução dos batimentos operculares foi semelhante para as duas maiores concentrações de eugenol testadas. A concentração de 100 mg L⁻¹ de eugenol, entretanto, permitiu aos peixes atingirem o estágio 4, correspondente à perda total de reação à manipulação, mais rapidamente, sendo, inclusive, superior a 100 mg L⁻¹ de benzocaína. Em juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*), o eugenol é um anestésico eficaz para os peixes alcançarem o estágio 3 de anestesia dentro de 1 min., nas concentrações de 40 a 50 mg L⁻¹ (Inoue et al., 2003). Vidal et al. (2006) constataram que a concentração de 50 mg L⁻¹ é a mais adequada para procedimentos usuais no manejo de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*). Esta concentração foi a mesma encontrada por Cunha (2007) na indução à anestesia de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), demorando 111s para chegar ao último estágio de anestesia.

Tabela 4. Tempo (s) de indução aos estágios de anestesia e recuperação de juvenis de pacu, utilizando diferentes concentrações de anestésicos¹.**Table 4.** Time (sec.) induction of anesthesia stages and recovery of pacu juveniles, using different concentrations of anesthetic.

Anestésico Anesthetic	Estágio 1 Stage 1	Estágio 2 Stage 2	Estágio 3 Stage 3	Estágio 4 Stage 4	Recuperação Recovery
10 mg L ⁻¹ Eugenol	51,3 ± 16,3 a	132,0 ± 31,9 a	nd ²	nd ²	nd ²
25 mg L ⁻¹ Eugenol	31,7 ± 15,1 ab	57,3 ± 8,1 b	101,6 ± 27,2 a	214,5 ± 85,7 a	109,5 ± 57,4 b
50 mg L ⁻¹ Eugenol	30,2 ± 11,8 b	41,3 ± 10,7 b	59,8 ± 10,8 b	92,0 ± 27,6 b	145,0 ± 30,6 ab
100 mg L ⁻¹ Eugenol	23,8 ± 4,1 b	30,7 ± 3,0 b	40,0 ± 3,9 b	49,8 ± 4,5 b	196,0 ± 59,7 a
100 mg L ⁻¹ Benzocaína	21,5 ± 7,8 b	39,7 ± 23,9 b	69,0 ± 32,4 ab	107,2 ± 24,4 b	109,8 ± 45,4 b

¹Valores são médias ± desvio-padrão. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); ²nd – não atingiu o estágio em até 1h.¹Values are means ± standard deviation. Means followed by the same letter in the columns do not differ by the Tukey test ($p > 0,05$); ²nd – did not reach the stage in one hour.

Em experimentos que envolvem peixes nativos, Sladky *et al.* (2001) observaram que o eugenol foi eficaz na anestesia de pirapitingas (*Piaractus brachyomus*). A anestesia foi caracterizada por rápida indução e tempo de recuperação prolongado, comparada com MS-222. No entanto os peixes expostos a altas concentrações (100 ou 200 mg L⁻¹ de eugenol) devem ser monitorados, visto que pode ocorrer redução da ventilação das brânquias e colapso medular.

Peake (1998) indica a concentração de 60 mg L⁻¹ de eugenol para não-salmonídeos. Esta concentração é a mesma indicada por Keene *et al.* (1998) para juvenis de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), em que recomendam dose do óleo de cravo entre 40 a 60 mg L⁻¹, em exposições de 3 a 6 min. Estes autores determinaram, ainda, que o tempo de indução foi mais rápido e a recuperação foi mais prolongada em peixes expostos ao eugenol, em comparação com aqueles expostos ao MS-222. Tais dados foram igualmente encontrados por Sladky *et al.* (2001).

Na recuperação, os peixes expostos às concentrações mais elevadas de eugenol levaram mais tempo para voltarem aos movimentos natatórios normais. A concentração de 100 mg L⁻¹ de eugenol, que levou os peixes a atingirem o estágio 4 mais rapidamente que os demais tratamentos, resultou no maior tempo necessário para a recuperação. Até 48h após a anestesia, não foi observada mortalidade em nenhum dos tratamentos.

De acordo com Ostrensky *et al.* (2000) e Gomes *et al.* (2001), o tempo de recuperação do peixe é influenciado pelo tempo de exposição ao fármaco e pela temperatura. Nos dois experimentos realizados, como a temperatura foi a mesma para todas as concentrações testadas, pode-se afirmar que não houve influência da temperatura. O alto tempo de recuperação apresentado por peixes anestesiados com eugenol pode ser adequado em biometrias, cirurgias ou manejo de desova, visto que nestas manipulações é necessário que o peixe permaneça anestesiado por um longo período de tempo depois de ser removido da solução anestésica (Prince e Powell, 2000).

Diversos autores observaram que o eugenol, em

comparação ao MS-222, apresentou perfis similares, ou seja, o óleo de cravo resultou em menor tempo de indução e maior tempo de recuperação em relação ao MS-222 (Hikasa *et al.*, 1986; Munday e Wilson, 1997; Keene *et al.*, 1998; Sladky *et al.*, 2001; Pirhonen e Schreck, 2003; Wagner *et al.*, 2002 e 2003). No presente estudo, excluindo-se a concentração de 25 mg L⁻¹ de eugenol, também não ocorreu diferença estatística entre as concentrações de 50 e 100 mg L⁻¹ de eugenol e a concentração de 100 mg L⁻¹ de benzocaína durante a indução à anestesia. Na recuperação, ocorreu diferença estatística entre a concentração de benzocaína e a concentração de 100 mg L⁻¹ de eugenol.

Conclusão

Conclui-se que tanto o mentol quanto o eugenol são anestésicos eficientes em substituição à benzocaína para juvenis de pacu. A concentração de 100 mg L⁻¹ de mentol e 50 mg L⁻¹ de eugenol pode ser utilizada na anestesia de juvenis de pacus.

Referências

- ANDERSON, W.G. *et al.* The use of clove oil as an anesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. *J. Fish. Mgmt.*, Bethesda, v. 17, n. 2, p. 301-307, 1997.
- BARBOSA A.L.F. *et al.* Respostas de juvenis de pacu *Piaractus mesopotamicus* à anestesia com diferentes concentrações de benzocaína. In: AQUACIÊNCIA, 2006, Bento Gonçalves. *Anais...* Bento Gonçalves: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2006. (CD-ROM).
- BARTON, B.A. Stress in finfish: past, present and future: a historical perspective. In: IWAMA, G.K. (Ed.). *Fish stress and health in aquaculture*. Cambridge: University Press, 1997. p. 1-33. (Society for Experimental Biology Seminar Series, 62).
- BARTON, B.A. Stress. In: STICKNEY, R.R. (Ed.). *Encyclopedia of aquaculture*. New York: John Wiley and Sons, 2000. p. 892-898.
- CUNHA, M.A. *Anestesia em jundiás (Rhamdia quelen) expostos a substâncias isoladas de plantas*. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

- ENDO, T. *et al.* Studies on the anesthetic effect of eugenol in some freshwater fishes. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries*, Tokyo, v. 38, p. 761-767, 1972.
- FAÇANHA, M.F.; GOMES, L.C. A eficácia do mentol como anestésico para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Acta Amazon.*, Manaus, v. 35, n. 1, p. 71-75, 2005.
- GOMES, L.C. *et al.* Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. *J. World. Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v. 32, n. 4, p. 426-431, 2001.
- HIKASA, Y. *et al.* Anesthesia and recovery with tricaine methanesulfonate, eugenol and thiopental sodium in the carp, *Cyprinus carpio*. *Jpn. J. Vet. Sci.*, Tokyo, v. 48, n. 2, p. 341-351, 1986.
- INOUE, L.A.K.A. *et al.* Clove oil anaesthetic for juveniles of matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 943-947, 2003.
- IWANA, G.; ACKERMAN, A. Anaesthetics. In: HOCHACHKA, P.W.; MOMMSEN, T.P. (Ed.). *Analytical techniques in biochemistry and molecular biology of fishes*. Amsterdam: Elsevier Science, 1994. v. 3, cap. 1, p. 1-5.
- KEENE, J.L. *et al.* The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquac. Res.*, Oxford, v. 29, n. 2, p. 89-101, 1998.
- LORENZO, D. *et al.* Essential oils of *Mentha pulegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 519-524, 2002.
- MATOS, F.J.A. *Plantas medicinais: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil*. 2. ed. Fortaleza: UFC, 2000.
- MUNDAY, P.L.; WILSON, S.K. Comparative efficacy of clove oil and other chemicals in anaesthetization of *Pomacentrus amboinensis*, a coral reef fish. *J. Fish Biol.*, Oxford, v. 51, n. 5, p. 931-938, 1997.
- OSTRENSKY, A. *et al.* Situação atual da aqüicultura brasileira e mundial. In: VALENTI, C.V. *et al.* (Ed.) *Aqüicultura no Brasil bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: CNPq, 2000. p. 354-381.
- PEAKE, S. Sodium bicarbonate and clove oil as potential anesthetics for nonsalmonid fishes. *N. Am. J. Fish Manag.*, Bethesda, v. 18, n. 4, p. 919-924, 1998.
- PIRHONEN, J.; SCHRECK, C.B. Effects of anaesthesia with MS-222, clove oil and CO₂ on feed intake and plasma cortisol in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 220, n. 1-4, p. 507-514, 2003.
- PRINCE, A.; POWELL, C. Clove oil as an anesthetic for invasive field procedures on adult rainbow trout. *N. Am. J. Fish Manag.*, Bethesda, v. 20, n. 4, p. 1029-1032, 2000.
- ROUBACH, R.; GOMES, L.C. O uso de anestésicos durante o manejo de peixes. *Panor. Aquic.*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 66, p. 37-40, 2001.
- SLADKY, K.K. *et al.* Comparative efficacy of tricaine methanesulfonate and clove oil for use as anesthetics in red pacu (*Piaractus brachipomus*). *AJVR*, Schaumburg, v. 62, n. 3, p. 337-342, 2001.
- SOTO, C.G.; BURHANUDDIN, G. Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*). *Aquac. Res.*, Oxford, v. 136, n. 1-2, p. 149-152, 1995.
- SYLVESTER, J.R. Factors influencing the efficacy of MS-222 to striped mullet (*Mugil cephalus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 6, n. 2, p. 163-169, 1975.
- URBINATI, E.C.; GONÇALVES, F.D. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L.C. (Ed.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: UFSM, 2005. p. 225-246.
- VIDAL, L.V.O. *et al.* Utilização do eugenol como anestésico para manejo de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 28, n. 3, p. 275-279, 2006.
- WAGNER, E. *et al.* Physiological stress responses, egg survival and sperm motility for rainbow trout broodstock anaesthetized with clove oil, tricaine methanesulfonate or carbon dioxide. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 211, n. 1-4, p. 353-366, 2002.
- WAGNER, G.N. *et al.* The ability of clove oil and MS-222 to minimize handling stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Aquac. Res.*, Oxford, v. 34, n. 13, p. 1139-1146, 2003.
- WATERSTRAT, P. Induction and recovery from anesthesia in channel catfish *Ictalurus punctatus* fingerlings exposed to clove oil. *J. World. Aquac. Soc.*, Baton Rouge, v. 30, n. 2, p. 250-255, 1999.
- WOODY, C.A. *et al.* Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: field trails. *J. Fish Biol.*, Oxford, v. 60, n. 2, p. 340-347, 2002.

Received on March 11, 2008.

Accepted on September 11, 2008.