



Eugenol como anestésico para alevinos de patinga (*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*)

Eugenol as anesthetic for fingerlings of patinga
(*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*)

Rômulo Batista Rodrigues^{1*}; Iury Wallyson de Amorin Melo¹; Joana D'Arc Mauricio Rocha¹;
Thibério Carvalho da Silva²; Vinicius Ricardo Calcagno Bridi¹; Aldi Feiden¹; Fábio Bittencourt¹;
Wilson Rogério Boscolo¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus de Toledo. Rua da Faculdade, 645;
CEP 85903-000, Toledo-PR, Brasil. *Autor para correspondência: * rodrigues1903@gmail.com
²Universidade Estadual de Maringá. Avenida Colombo, 5790; CEP 87020-900, Maringá-PR, Brasil.

RESUMO: O objetivo com a realização deste trabalho foi avaliar o eugenol como agente anestésico para o híbrido patinga. Foram utilizados 60 alevinos com peso médio de $1,08 \pm 0,17$ g e comprimento total médio de $3,53 \pm 0,15$ cm. Avaliaram-se seis concentrações diferentes de eugenol (10, 20, 30, 40, 50, 60 mg L⁻¹). Os peixes foram expostos individualmente ao anestésico para avaliação da indução anestésica, após o procedimento de anestesia, os peixes foram transferidos para aquários com água livre de anestésico, para observação do tempo de recuperação. Posteriormente, os peixes de cada tratamento foram colocados em aquários com capacidade de 30 litros para o monitoramento da mortalidade, durante 72 horas. Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) para os tempos de indução e recuperação anestésica para as diferentes concentrações de eugenol. Observou-se mortalidade de animais em concentrações acima de 40 mg L⁻¹ de eugenol. Conclui-se que a melhor concentração de eugenol para a anestesia de patinga é de 20 mg L⁻¹, pois apresentou eficiência na indução e recuperação de anestesia, sem causar mortalidade.

Termos para indexação: Anestesia, híbrido, nativos, aquicultura.

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate eugenol as an anesthetic agent for hybrid patinga. Were used 60 fingerlings with an average weight of 1.08 ± 0.17 g and total length of 3.53 ± 0.15 cm. They were evaluated six different concentrations of eugenol (10, 20, 30, 40, 50, 60 mg L⁻¹). The fish were individually exposed to anesthetic to evaluate the anesthetic induction, after the anesthesia procedure, the fish were transferred to aquaria with anesthetic free water, for observation of recovery time. Thereafter, the fish in each treatment were placed in tanks with 30 liters for monitoring the mortality during 72 hours. There was a significant difference ($P < 0.05$) for the induction times and recovery room for different concentrations of eugenol. Mortality was observed in animals above 40 mg L⁻¹ eugenol concentrations. It is concluded that the best concentration for the eugenol anesthesia patinga is 20 mg L⁻¹ showed efficacy for the induction and recovery of anesthesia, without causing mortality.

Index Terms: Anesthesia, hybrid, native, aquaculture.

Autor para correspondência: E-mail: * rodrigues1903@gmail.com

Recebido em 09/09/2015; Aceito em 22/12/2015

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20150057>

INTRODUÇÃO

No Brasil, grande parte da produção aquícola é proveniente da aquicultura continental, em especial a piscicultura continental, que representou 82,3% do total da produção nacional (MPA, 2012). Uma fatia importante dessa produção da piscicultura continental é a criação de peixes redondos, entre as espécies de peixes que fazem desse grupo, o pacu (*Piaractus mesopotamicus*), o tambaqui (*Colossoma macropomum*), a pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) e os frutos de seus cruzamentos, os peixes híbridos, demonstram grande importância comercial na piscicultura brasileira (KUBTIZA, 2004).

Através da hibridação interespecífica, método clássico de melhoramento genético em sistemas de cultivo, cruzamentos interespecíficos foram realizados, principalmente para o tambaqui, o pacu e a pirapitinga (HASHIMOTO, 2011), sendo que os principais híbridos produzidos nesses cruzamentos são o tambacu, tambatinga e a patinga (SUPLICY, 2007). A patinga é um híbrido resultado da hibridação interespecífica entre uma fêmea de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o macho de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) (FRANCESCHINI et al., 2013).

Alguns manejos realizados na criação de peixes, como a biometria, reprodução induzida e transporte, frequentemente expõem

os peixes ao estresse, consequentemente afetando o desempenho (VIDAL et al., 2008). Esse estresse causado em virtude de práticas de manejo, quando em intensidade e duração excessiva, pode resultar em consequências indesejáveis como a aparecimento de doenças, podendo até levar os animais a morte (IWAMA et al., 2004). Além das injúrias causadas nos animais, o estresse pode resultar em movimentos bruscos dos animais em um procedimento de manejo, o que também coloca a segurança dos trabalhadores em risco (BARBOSA et al., 2007).

O uso de técnicas que permitam intervenções com influência mínima para as funções vitais e fisiológicas dos peixes é importante para que se evite o estresse e mortalidade dos animais no manejo (CUNHA, 2007). A utilização de anestésicos é uma ferramenta importante para minimizar o estresse ou danos físicos provocados pelo manejo dos animais (ROSS e ROSS, 2008). Para a escolha do agente anestésico, leva-se em consideração a disponibilidade, custo, facilidade de utilização, finalidade do uso e segurança para o usuário e ambiente, características encontradas no óleo de cravo (IVERSEN et al., 2003).

O eugenol é um fármaco alternativo de origem vegetal (HONCZARYK e INOUE, 2009), sendo o principal componente do óleo de cravo (BARBOSA et al., 2007). O eugenol atua como um depressor do sistema nervoso

central (ANDERSON et al., 1997), e apresenta-se como fonte alternativa interessante para a sedação e anestesia de

Como são poucas as informações sobre o uso de anestésicos no manejo de peixes híbridos, o estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os tempos de indução e

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura (GEMAQ), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* de Toledo, PR. Foram utilizados 60 alevinos do híbrido patinga (*Piaractus mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*) com peso médio de $1,08 \pm 0,17$ g e comprimento total médio de $3,53 \pm 0,15$ cm.

Os animais foram divididos e aclimatados durante sete dias, em seis aquários com volume útil de 30 litros, contendo aeração e termostato para controle da temperatura, individuais. Os parâmetros de qualidade da água foram monitorados, e mantidos próximos à faixa de conforto dos animais, assim como foi realizado a limpeza (sifonagem) dos aquários diariamente. Os parâmetros de qualidade de água apresentaram valores de $5,12 \pm 0,35$ mg L⁻¹ para oxigênio dissolvido, $7,05 \pm 0,15$ de pH e $27,50 \pm 0,20$ °C de temperatura, aceitáveis para peixes redondos (URBINATI e GONÇALVES, 2005). Os peixes foram alimentados durante duas semanas em um

peixes, de baixo custo, elevada disponibilidade e ausência de propriedades tóxicas aparentes (INOUE et al., 2003).

recuperação anestésica de alevinos da patinga submetidos a banhos anestésicos com diferentes concentrações de eugenol.

período de aclimação, a alimentação era fornecida duas vezes ao dia, até a saciedade aparente dos animais. Antes da realização da avaliação do anestésico, os peixes foram mantidos em um jejum de 24 horas, segundo TEIXEIRA et al. (2011). Avaliaram-se as concentrações crescentes do eugenol (10, 20, 30, 40, 50 e 60 mg L⁻¹). O eugenol foi diluído em álcool etílico (98,8%), resultando em uma solução estoque na proporção de 100 mg.mL⁻¹ (1:10). Os testes com cada concentração do anestésico foi realizado individualmente, utilizando-se de uma ordem crescente de concentração do anestésico da menor para a maior. Utilizaram-se 10 peixes para cada tratamento, sendo que cada peixe foi exposto ao anestésico e avaliado, individualmente. Os animais foram escolhidos de maneira aleatória.

A avaliação dos padrões comportamentais foi realizada de acordo com a Tabela 1, metodologia descrita por WOODY et al. (2002), sendo que se utilizou cronômetro digital para monitoramento do tempo de cada estágio anestésico. A indução de anestesia foi mantida até que os peixes atingissem o quarto estágio anestésico, de

indução anestésica. A determinação dos estágios anestésicos foi realizada pela promoção de estímulos externos e avaliação comportamental dos peixes, verificando-se: leve perda de resposta a estímulos externos;

perde total de resposta a estímulos externos; resposta apenas a estímulos táteis e nado errático e ausência de reação de qualquer estímulo com movimentos operculares lentos.

Tabela 1. Estágios de anestesia em peixes.

| Estágio ¹ | Característica de comportamento |
|----------------------|---|
| I | Movimento opercular visivelmente lento ou errático |
| II | Perda parcial de equilíbrio e dificuldade de manter posição normal de nado, quando parado |
| III | Perda total de equilíbrio e incapacidade de recuperar a posição vertical de nado |
| IV | Ausência de reação a qualquer estímulo |
| Recuperado | Recuperação da posição normal de nado e da capacidade de nadar |

¹Adaptado de Woody *et al.* (2002).

Após a indução anestésica, a recuperação da anestesia foi realizada de maneira individual, onde os peixes foram transferidos para um meio livre de anestésico, sendo que a recuperação foi considerada quando os peixes apresentaram retorno parcial de equilíbrio e retorno da capacidade de nadar, segundo WOODY *et al.* (2002) e HIKASA *et al.* (1986).

Após o restabelecimento dos animais, os peixes de cada tratamento foram acondicionados em aquário de 30 litros de capacidade, com aeração e controle de temperatura, individuais e constantes, onde foram mantidos durante

um período de 72 horas para monitoramento da mortalidade.

Os tempos para atingir os diferentes estágios de anestesia e recuperação da anestesia, para as diferentes concentrações de eugenol, foram utilizados para as análises estatísticas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando houve diferenças significativas, aplicou-se o teste de comparação de médias de Tukey com nível de significância de 5%. As análises foram efetuadas por meio do programa computacional Statistic 7.1 (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados sobre os tempos (em segundos) dos estágios de indução a anestesia podem ser observados na Tabela 2. Todas as concentrações avaliadas do eugenol levaram os peixes a passarem pelos quatro estágios de indução a anestesia descrita por WOODY et al.

(2002). Observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as diferentes concentrações de eugenol avaliadas para todos os estágios de anestesia observados, sendo que o tempo de permanência do animal em cada estágio de anestesia foi menor com o aumento da concentração do produto, corroborando com o relatado por PARK et al. (2008).

Tabela 2. Tempo (em segundos) dos estágios de indução de alevinos de patinga, expostos às diferentes concentrações de eugenol (mg L^{-1}).¹

| Concentração (mg L^{-1}) | Variáveis (segundos) | | | |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Estágio I | Estágio II | Estágio III | Estágio IV |
| 10 | 42,30±8,40b | 31,50±16,15b | 53,40±22,20b | 66,40±17,82b |
| 20 | 7,60±1,59a | 4,00±0,89a | 10,80±4,83a | 18,30±2,63a |
| 30 | 7,80±1,57a | 6,00±0,89a | 13,30±2,37a | 6,60±0,89a |
| 40 | 12,50±1,63a | 9,60±3,10a | 8,00±1,75a | 16,30±8,09a |
| 50 | 7,80±1,11a | 6,20±1,89a | 7,00±1,82a | 6,50±1,06a |
| 60 | 7,60±1,73a | 5,00±1,32a | 10,10±3,54a | 16,50±5,14a |
| Valor de P | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |

¹Valores seguidos por letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Os resultados observados para os tempos em segundos de indução e recuperação anestésica, assim como a taxa de mortalidade de alevinos de patinga

expostos a banhos com diferentes concentrações de eugenol podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Tempo (em segundos) de indução e recuperação anestésica, e taxa de mortalidade de alevinos de patinga, expostos às diferentes concentrações de eugenol (mg L^{-1}).¹

| Concentração de eugenol (mg L^{-1}) | Variáveis | | |
|--|--------------------|--------------------------|-----------------|
| | Indução (segundos) | Recuperação (segundos) | Mortalidade (%) |
| 10 | 192,85±17,50b | 89,62±32,07 ^a | - |
| 20 | 38,66±3,50a | 213,85±32,22b | - |
| 30 | 34,71±3,63a | 326,33±68,33c | - |
| 40 | 39,87±6,97a | 333,28±41,86c | - |
| 50 | 29,57±2,63a | 425,62±101,41c | 20 |
| 60 | 35,22±8,08a | 421,16±80,49c | 50 |
| Valor de P | 0,00 | 0,00 | - |

¹Valores seguidos por letras diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Observaram-se diferenças ($P < 0,05$) para a indução de anestesia e sobre o tempo de recuperação anestésica dos peixes expostos às distintas concentrações do anestésico. As concentrações avaliadas de eugenol como agente anestésico para patingas atenderam os critérios estabelecidos por ROSS e ROSS (1999) para indução anestésica, pois os peixes chegaram ao estágio de anestesia profunda em menos de três minutos, porém apenas até a concentração de 20 mg L^{-1} os peixes recuperaram da anestesia antes dos cinco minutos, como indicado pelos autores, sendo que dosagens acima dessa não atenderam os critérios para recuperação de anestesia.

Entretanto, PARK et al. (2003), descreve como tempo de recuperação da anestesia desejável

em até 10 minutos, tornando todas as doses de eugenol avaliadas dentro do considerado como ideal para a recuperação anestésica.

As concentrações 50 mg L^{-1} e 60 mg L^{-1} levaram indivíduos a óbito, não sendo desta maneira recomendáveis para alevinos de patinga.

Segundo SLADKY et al. (2001), o eugenol é um óleo, e por isso pode acabar bloqueando o epitélio branquial causando desta maneira dificuldades na difusão gasosa. Além disso, AFIFI et al. (2001) constatou leve necrose nas brânquias após exposição sucessivas a baixas doses de eugenol.

Isso demonstra que concentrações elevadas ou exposição repetida de eugenol podem causar prejuízos à saúde dos peixes.

Enquanto a concentração de 20 mg L⁻¹ apresentou melhores respostas levando-se em consideração os tempos de indução (menos que 3 minutos) e recuperação anestésica (menos que cinco minutos), sem causar mortalidade, como sugerido por MARKING E MEYER (1985), sendo a concentração ideal para alevinos de patinga. Os resultados obtidos corroboram com CHAROENDAT et al. (2009), que o eugenol pode ser utilizado como agente anestésico com eficiência em baixas concentrações.

O eugenol é o principal constituinte do óleo de cravo, sendo um composto fenólico volátil (MAZZAFERA, 2003). O modo de ação do eugenol consiste em, provocar depressão do sistema nervoso central, por meio da interação com neurotransmissores envolvidos na sensação de dor, causando efeito agonista sobre o ácido gama-amino-butírico e antagonista sobre o glutamato, que atua sobre os receptores *N-metil-daspartato* (YANG et al., 2003). Avaliando-se o possível modo de ação do agente sobre o organismo, deve-se determinar o nível de segurança de seu uso, tendo em vista que a concentração acima do ideal pode causar mais danos ao animal do que auxiliar na diminuição de estresse e possíveis danos causados pelo manejo, pois de acordo com BARBOSA et al. (2007), o próprio anestésico pode ser prejudicial ao peixe como fonte de estresse.

Além da ação anestésica, o eugenol também é considerado um agente antisséptico e de rápida eliminação do organismo (WOODY et al., 2002), não havendo necessidade de depuração por

ser rapidamente metabolizado e excretado (CHO e HEATH, 2000), ou seja, além de agir como anestésico, o eugenol atua com propriedades antissépticas e os riscos de que deixe resíduos nos peixes é baixo, pois é eliminado rapidamente do organismo. Ainda, o eugenol não apresenta riscos para o profissional, pois apresenta ausência de toxicidade para o operador (KEENE et al., 1998).

A eficiência do eugenol como anestésico para peixes já foi avaliada por diversos autores, onde se encontraram valores distintos de concentração ideal de anestésicos para diferentes espécies de peixe. Observaram-se como concentrações eficientes de eugenol para indução anestésica: 60 mg L⁻¹ para matrinxã (*Brycon amazonicus*) (BARBOSA et al., 2007); 50 mg L⁻¹ para quinguio (*Carassius auratus*) (BITTENCOURT et al., 2012); 37,5 mg L⁻¹ para robalo peva (*Centropomus parallelus*) (SOUZA et al., 2012); 100 mg L⁻¹ para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (DELBON e PAIVA, 2012); 50 mg L⁻¹ para jundiá (*Rhamdia voulezi*) (DIEMER et al., 2012); 50 mg L⁻¹ para pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (GONÇALVES et al., 2008); 20 mg L⁻¹ para tambaqui (*Colossoma macropomum*) (INOUE et al., 2011); 50 mg L⁻¹ para pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) (VIDAL et al., 2006); 37,5 mg L⁻¹ para o piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) (VIDAL et al., 2007), entre outros. Pode-se observar que as concentrações recomendadas de eugenol para diversas espécies vão de 20 mg L⁻¹, mesma concentração considerada ideal em nosso estudo, e 100 mg L⁻¹.

Como observado na literatura, existe divergências sobre as doses de eugenol recomendadas para as diferentes espécies. Essas diferenças podem ser atribuídas a diversos fatores que influenciam na eficiência do anestésico, como: a espécie (SUMMERFELT e SMITH, 1990); concentração do agente anestésico utilizado (PARK et al., 2008); pela temperatura da água (WALSH e PEASE, 2002); pela idade do peixe (WOODY et al., 2002); sanidade do animal (IVERSEN et al., 2003) e também de indivíduo para indivíduo (HIKASA et al., 1986).

Os resultados observados nessa pesquisa mostram que o eugenol é eficiente como agente anestésico para alevinos de patinga em doses moderadas, e apresenta-se como alternativa interessante e promissora (ROUBACH et al., 2005), pois é um anestésico de baixo custo, fácil aquisição e boa margem de segurança (PARK et al., 2008), além de ser de baixo risco para o manipulador do agente e para os peixes, sendo rapidamente metabolizado e eliminado dos tecidos e corrente sanguínea (HOSEINE et al., 2015).

Mais estudos devem ser realizados para que se tenha maior esclarecimento sobre como o eugenol atua na fisiologia dos animais expostos a ele, para que se tenha maior segurança na determinação de protocolos do seu uso na anestesia de peixes.

CONCLUSÃO

Conclui-se que devido aos efeitos anestésicos observados, pela procura da menor dose para que se evite o desperdício do agente anestésico e a margem de segurança, a

concentração de 20 mg L⁻¹ de eugenol é a dosagem recomendada para alevinos de patinga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFIFI, S.H.; AL-THOBAITI, S.; RASEM, B.M. Multiple exposure of Asian sea bass (*Lates calcarifer*, Centropomidae) to clove oil: A histological study. **Journal of Aquaculture in the Tropics**, v.16, p.131-138, 2001.
- ANDERSON, W.G.; MCKINLEY, R.S.; COLAVECCHIA, M. The use of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. **North American Journal of Fisheries Management**, v.17, p.301-307, 1997.
- BARBOSA, L.G.; MORAES, G.; INOUE, L.A.K.A. Respostas metabólicas do matrinxã submetidos a banho anestésico de eugenol. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.29, p.255-260, 2007.
- BITTENCOURT, F.; SOUZA, B.E.; BOSCOLO, W.R., RORATO, R.R.; FEIDEN, A.; NEU, D.H. Benzocaína e eugenol como anestésicos para quinguio (*Carassius auratus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.1597-1602, 2012.
- CHAROENDAT, U.; AREECHON, N.; SRISAPOOMEL, P.; CHANTASART, D. Efficacy of synthetic eugenol as an anesthetic for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.). **Kasetsart Journal: Natural Science**, v.43, p.132-140, 2009.
- CHO, G.K.; HEATH, D.D. Comparison of tricaine methanesulphonate (MS 222) and clove oil anesthesia effects on the physiology of juvenile

chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. **Aquaculture Research**, v.31, p.537-546, 2000.

CUNHA, M.A. Anestesia em jundiás (*Rhamdia quelen*) expostos a substâncias isoladas de plantas. 2007. 65p. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

DELBON, M.C.; PAIVA, M.J.T. Eugenol em juvenis de tilápia do Nilo: concentrações e administrações sucessivas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.38, p.43-52, 2012.

DIEMER, O.; NEU, D.H.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. Eugenol como anestésico para jundiá (*Rhamdia voulezi*) em diferentes pesos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.1495-1500, 2012.

FRANCESCHINI, L.; ZAGO, A.C.; SCHALCH, S.H.C.; GARCIA, F.; ROMERA, D.M.; SILVA, R.J. Parasitic infections of *Piaractus mesopotamicus* and hybrid (*P. mesopotamicus* x *Piaractus brachypomus*) cultured in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.22, p.407-414, 2013.

GONÇALVES, A.F.N.; SANTOS, E.C.C.; FERNANDES, J.B.K.; TAKAHASHI, L.S. Mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de juvenis de pacu. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, p.339-344, 2008.

HASHIMOTO, D.T.; MENDONÇA, F.F.; SENHORINI, J.A.; DE OLIVEIRA, C.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Molecular diagnostic methods for identifying Serrasalmid fish (Pacu, Pirapitinga, and Tambaqui) and their

hybrids in the Brazilian aquaculture industry. **Aquaculture**, v.321, p.49-53, 2011.

HIKASA, Y.; TAKASE, K.; OGASAWARA, T.; OGASAWARA, S. Anesthesia and recovery with tricaine methanesulfonate, eugenol and thiopental sodium in the carp, *Cyprinus carpio*. **Japanese Journal of Veterinary Science**, v.48, p.341-351, 1986.

HONCZARYK, A.; INOUE, L.A.K.A. Anestesia do pirarucu por aspersão direta nas brânquias do eugenol em solução aquosa. **Ciência Rural**, v.39, p.577-579, 2009.

HOSEINI, S.M.; RAJABIESTERABADI, H. TARKHANI, R. Anaesthetic efficacy of eugenol in iridescent shark, *Pangasius hypoptalmus* (Sauvage, 1878) in different size classes. **Aquaculture Research**, v.46, p.405-412, 2015.

INOUE, L.A.K.A.; SANTOS-NETO, C.; MORAES, G. Clove oil as anaesthetic for juveniles of matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869). **Ciência Rural**, v.33, p.943-947, 2003.

INOUE, L.A.K.A.; BOIJINK, C.L.; RIBEIRO, P.T.; SILVA, A.M.D.; AFFONSO, E.G. Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos. **Acta Amazônica**, v.41, p.327-332, 2011.

IVERSEN, M.; FINSTAD, B.; MCKINLEY, R.S.; ELIASSEN, R.A. The efficacy of metomidate, clove oil, Aquí-S™ and Benzoak® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. **Aquaculture**, v.221, p.549-566, 2003.

IWAMA, G.K.; AFONSO, L.O.B.; TODGHAM, A.; ACKERMAN, P.; NAKANO, K. Are hsp

suitable for indicating stressed states in fish? **Journal of Experimental Biology**, v.204, p.15-19, 2004.

KEENE, J.L.; NOAKES, D.L.G.; MOCCIA, R.D.; SOTO, C.G. The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Research**, v.29, p.89-101, 1998.

KUBTIZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aquicultura**, v.14, p. 27-39, 2004.

MARKING, L.L.; MEYER, F.P. Are better fish anesthetics needed in fisheries? **Fisheries**, v.10, p.2-5, 1985.

MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, p.231-238, 2003.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília: 2012. 129 p.

PARK, I.S.; JO, J.H.; LEE, S.J.; KIM, Y.A.; PARK, K.E.; HUR, J.W.; YOO, J.S.; SONG, Y.C. Anesthetic effect of lidocaine hydrochloride-sodium bicarbonate and MS-222 on the greenling (*Hexagrammos otakii*). **Journal of the Korean Fisheries Society**, v.36, p.449-453, 2003.

PARK, M.O.; HUR, J.W.; IM, S.Y.; SEOL, D.W.; LEE, J.; PARK, I.S. Anaesthetic efficacy and physiological responses to clove oil anaesthetized kelp grouper *Epinephelus bruneus*, **Aquaculture Research**, v.39, n.8, p.877-884, 2008.

ROSS, L.G.; ROSS, B. **Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals**. Oxford: Blackwell Science, 1999, 159p.

ROSS, L.G.; ROSS, B. **Anaesthetic and sedative techniques for aquatic animals**. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science, 2008. 236p.

ROUBACH, R.; GOMES, L.C.; FONSECA, F.A.L.; VAL, A.L. Eugenol as an efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.36, n.11, p.1056-1061, 2005.

SLADKY, K.K.; SWANSON, C.R.; STOSKOPF, M.K.; LOOMIS, M.R.; LEWBART, G.A. Comparative efficacy of tricaine methanesulfonate and clove oil for use as anesthetics in red pacu (*Piaractus brachipomus*). **American Journal of Veterinary Research**, v.62, p.337-342, 2001.

SOUZA, R.A.S.; CARVALHO, C.V.A.; NUNES, F.F.; SCOPEL, B.R.; GUARIZI, J.D.; TSUZUKI, M.Y. Efeito comparativo da benzocaína, mentol e eugenol como anestésicos para juvenis de robalo peva. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.38, p.247-255, 2012.

STATSOFT, Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.

SUMMERFELT, R.C.; SMITH, L.S. Anesthesia, surgery, and related techniques. In: SCHRECK, C.B.; MOYLE, P.B. **Methods for fish biology**. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 1990. p.213-272.

SUPLICY, F.M. Freshwater fish seed resources in Brazil. In: BONDAD-REANTASO, M.G. Assessment of Freshwater Fish Seed Resources for Sustainable Aquaculture. Roma: FAO Fisheries Technical Paper, 2007. p.129-143.

TEIXEIRA, E.G.; MOREIRA, A.G.L.; MOREIRA, R.L.; LIMA, F.R.S. Mentol como anestésico para diferentes classes de tamanho de tilápia do Nilo. **Archives of Veterinary Science**, v.16, p.75-83 2011.

URBINATI, E.C.; GONÇALVES, F.D. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: Editora da UFSM, 2005. p.225-256.

VIDAL, L.V.O.; ALBINATI, R.C.B.; ALBINATI, A.C.L.; MECÊDO, G.R. Utilização do eugenol como anestésico para o manejo de juvenis de Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*). **Acta Scientiarum. Biological Science**, v.28, p.275-279, 2006.

VIDAL, L.V.O.; FURUYA, W.M.; GRACIANO, T.S.; SCHAMBER, C.R.; SANTOS, L.D.; SOARES, C.M. Concentrações de Eugenol para anestesia profunda e toxicidade aguda em juvenis de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). **Acta Scientiarum. Biological Science**, v.29, p.357-362, 2007.

VIDAL, L.V.O.; ALBINATI, R.C.B.; ALBINATI, A.C.L.; LIRA, A.D. de; ALMEIDA, T.R. de; SANTOS, G.B. Eugenol como anestésico para a tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.1069-1074, 2008.

WALSH, C.T.; PEASE, B.C. The use of clove oil as an anaesthetic for the longfinned eel, *Anguilla reinhardtii* (Steindachner). **Aquaculture Research**, v.33, p.627-635, 2002.

WOODY, C.A.; NELSON, J.; RAMSTAD, K. Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: field trials. **Journal of Fish Biology**, v.60, p.340-347, 2002.

YANG, B.H.; PIAO, Z.G.; KIM, Y.B.; LEE, C.H.; LEE, J.K.; PARK, P.; KIM, J.S.; OH, S.B. Activation of vanilloid receptor 1(VR1) by eugenol. **Journal of Dental Research**, v.82, p.781-785, 2003.