

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE JUVENIS DE TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) ALIMENTADOS COM
DIETA SUPLEMENTADA COM FARINHA DE TENÉBRIO
(*Tenebrio molitor* L.)**

MARIA FRANCISCA DA GRAÇA CRUZ

HUMAITÁ/AM
Maio de 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE JUVENIS DE TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) ALIMENTADOS COM
DIETA SUPLEMENTADA COM FARINHA DE TENÉBRIO
(*Tenebrio molitor* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Educação,
Agricultura e Ambiente, Universidade
Federal do Amazonas, como requisito
básico para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Aluna: Maria Francisca da Graça Cruz
Orientadora: Prof. Dra. Perla Joana Souza Gondim
Co-orientador: Prof. Dr. André Moreira Bordinhon

HUMAITÁ/AM
Maio de 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE
CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE JUVENIS DE TAMBAQUI
(*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) ALIMENTADOS COM
DIETA SUPLEMENTADA COM FARINHA DE TENÉBRIO
(*Tenebrio molitor* L.)**

Aluna: Maria Francisca da Graça Cruz

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em:
____/____/ 2016, com a banca examinadora composta pelos
seguintes professores:

Prof. Dra. Perla Joana Souza Gondim
(Orientadora/Avaliadora)

Prof. Dr. Paulo Rogerio Beltramin da Fonseca
(Avaliador 01)

Prof. Me. Rafael Lustosa Maciel
(Avaliador 02)

C955a Cruz, Maria Francisca da Graça.

Avaliação do desempenho de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com dieta suplementada com farinha de tenébrio (*Tenebrio molitor*) / Maria Francisca da Graça Cruz. --2016.

40f. ; il.

Monografia (Agronomia) – Universidade Federal do Amazonas, curso de Agronomia, Humaitá, 2016.

Orientadora: Profa. Dra. Perla Joana Souza Gondim.

1. Ingredientes alternativos. 2. Eficiência nutricional. 3. Peixes. I. Perla Joana Souza Gondim. II. Título.

CDU:639.3.043(811.3)(043.3)

“Quando você passar por momentos difíceis e se perguntar onde estará Deus, lembre-se que durante uma prova, o professor está em silêncio.”

(Aline Barros)

Dedico aos meus queridos e amados pais Abelardo Viana Cruz (*in memoriam*) e Maria Gorete Beleza das Graças, pelo amor, carinho, força, confiança e, sobretudo por não medirem esforços para realização de meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a graça da vida, iluminando o meu caminho e dando segurança aos meus passos durante essa etapa da minha vida, sendo “o meu refúgio e minha fortaleza”.

A minha amada mãe Maria Gorete Beleza das Graças, por todo amor, carinho, atenção e compreensão, pois mesmo passando por problemas de saúde nunca me deixou desacreditar dos meus sonhos, sempre me apoiando e acreditando em minha capacidade de vencer.

Ao meu querido pai Abelardo Viana Cruz (*in memoriam*) que mesmo não estando presente em vida neste momento, sempre estará vivo em minha memória com muito amor.

Aos meus irmãos Érica, Naima, Sebastiana, Edimar, Neide, Sanderli e Alciclei, por me proporcionarem alegrias e palavras de conforto, transmitindo sempre confiança e otimismo para nunca desanimar.

Aos meus queridos e amados sobrinhos Vitor Lucas, Naiuri e Rafael pelo simples fato de existirem e sempre me receberem com um sorriso inocente e sincero, principalmente nos momentos em que mais precisei.

A Universidade federal do Amazonas – UFAM, pela oportunidade de concluir minha graduação.

A Prof^a Dr^a Perla Joana Souza Gondim, por aceitar me orientar pacientemente neste trabalho final.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. André Moreira Bordinhon, pelos ensinamentos, paciência, atenção e por sempre me fazer acreditar em mim mesma, além dos momentos de descontração e seriedade quando necessário, que jamais serão esquecidos.

A minha parceira Josélia Almeida Lira, pela orientação, apoio e companhia durante a execução do experimento. Serei sempre grata.

A todos os professores do IEAA em especial aos professores do Colegiado de Agronomia pelos ensinamentos e conselhos.

Aos meus colegas de graduação: José Carlos, Verônica Nunes, Érika Micheilla, Júlio Meinhardt, Tiago Brambilla, Fayle Pimentel, Oziel Cordeiro, Vanessa Gomes e toda a turma de 2009.

Aos meus companheiros de laboratório: Giovana Tenório, Elison Torres e Jefferson Barros.

Ao William Maciel pelo carinho, companheirismo, amizade e por estar sempre me apoiando quando mais precisei.

Aos meus queridos e amados amigos que se tornaram minha segunda família: Jéssica Cristian, Leidiane Oliveira, Christianne Mar, Cleisson Hugo, Odaíses Castro e Cleidson Malta, por fazerem parte de minha vida e estarem ao meu lado na alegria e na tristeza, proporcionando momentos maravilhosos, no qual levarei por toda a vida.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

Os estudos que avaliam a substituição total ou parcial dos ingredientes, comumente, utilizados em rações para peixes comerciais, por ingredientes alternativos são de suma importância, por viabilizar a elaboração de dietas com menor custo sem perder a eficiência nutricional. O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de farinha das larvas do inseto tenébrio (*Tenebrio molitor*), como ingredientes de rações na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Neste ensaio foram utilizados 96 juvenis de tambaqui distribuídos em dezesseis aquários (70L), cada um contendo 6 peixes, compondo três tratamentos com diferentes níveis de inclusão de farinha de inseto tenébrio: 10%, 20%, 30% além de um tratamento sem a inclusão deste ingrediente, por um período de 45 dias em delineamento inteiramente casualizado (quatro repetições). Os aquários se encontravam ligados a um sistema independente de filtragem e aeração, com aquecimento controlado (28,0°C) e fluxo constante de água. Os diferentes tratamentos com inclusão (10, 20 e 30%) de farinha de tenébrio em substituição na proteína da ração fornecidas nas dietas de juvenis de tambaqui não obtiveram diferenças significativas da ração controle ($P>0,05$) quando avaliados os parâmetros zootécnicos (Ganho de Peso, Ganho de Peso Diário, Conversão Alimentar Aparente, Taxa de Crescimento Específico, Taxa de Crescimento Relativo, Taxa de Eficiência Proteica, Índica Hepato-somático, Índice Viscero-somático, Taxa de Sobrevivência e Fator de Condição). A inclusão de até 30% de farinha de tenébrio em rações para juvenis de tambaqui não comprometeu suas variáveis de desempenho zootécnico, indicando ser um ingrediente com potencial de uso em suas rações, mas que inclusões maiores podem ser testadas e avaliadas.

Palavras-chave: Ingredientes alternativos, Eficiência nutricional, Peixes.

ABSTRACT

The studies regarding total or partial replacement of ingredients for commercial fish feed are important to the viability of nutritional efficient diets with lower costs. The objective of this study was to evaluate tenebrio (*Tenebrio molitor*) larvae meal as feed ingredient to tambaqui (*Colossoma macropomum*) juvenile. In this trial 96 tambaqui juvenile were distributed in sixteen aquaria (70L) – six fish each, in four treatments with different levels of insect meal: 10%, 20% and 30% and control through a 45 days period in a completely random experimental design (four repetitions). All aquaria were connected to an independent system of filtering, aeration, temperature control (28,0°C) and continuum water flow. None of the treatments presented significant differences when compared to control ($P>0,05$). Fish fed diets up to 30% of tenebrio larvae meal presented similar performance to control feed without any alterations in growth or body development (weight gain, daily weight gain, apparent feed conversion, specific growth rate, relative growth rate, protein efficiency rate, hepatic-somatic index, viscera-somatic index, conversion rate and survival). This results indicate that this feedstuff is potentially suitable for feeds, however, highest levels of inclusion must be tested.

Key words: Alternative feedstuff, Fish, Nutritional efficiency.

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** - Formulação das dietas experimentais com substituição de 10, 20 e 30% de farinha de Tenébrio (*T. molitor*) no desempenho de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*), Humaitá-AM.22
- TABELA 2** - Composição centesimal aproximada das dietas experimentais utilizadas no desempenho de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) alimentados com níveis crescentes de farinha de inseto, Humaitá-AM.23
- TABELA 3** - Médias e desvio padrão dos parâmetros de qualidade de água monitorados durante o período experimental, Humaitá-AM.27
- TABELA 4** - Valores médios e desvio padrão dos índices zootécnicos analisados em juvenis de tambaqui (*C. macropomum*), Humaitá-AM.28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. O tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	15
3.2. Nutrição de peixes e alimentação alternativa	16
3.3. Inseto <i>Tenébrio molitor</i> na alimentação de peixes	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Área experimental	21
4.2. Obtenção da farinha de inseto <i>T. molitor</i>	21
4.3. Manejo dos peixes experimentais	21
4.4. Formulação das rações experimentais.....	21
4.5. Delineamento experimental.....	23
4.6. Parâmetros de qualidade da água	23
4.7. Biometria	23
4.8. Índices zootécnicos	24
4.9. Análise estatística	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÃO	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é uma atividade de produção animal que vem crescendo cada vez mais no mundo inteiro. Durante o período de 2012 a 2021, o comércio mundial de peixe para o consumo humano deverá se expandir até 25%. Neste cenário, os países da América do Sul vêm ganhando força na produção aquícola, destacando-se o Brasil e o Peru, como os dois países emergentes (FAO, 2012).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma das espécies nativas que se destaca na América Latina devido ao seu elevado valor comercial e sua grande importância econômica e social. Possui potencial para a aquicultura, pois se adapta ao confinamento e arraçoamento (SILVA et al., 2007), além de apresentar ótimas qualidades zootécnicas e grande valor de mercado. De acordo com Nunes et al. (2006), a espécie tem grande capacidade de digerir proteína animal e vegetal e é de fácil adaptação à alimentação fornecida em sistemas de criação.

O tambaqui é um peixe bastante consumido no país, principalmente pela população da região Norte, apresentando evidências que a sua abundância nos lagos esteja reduzida pelo excesso de exploração pesqueira. Entretanto, para obter bons resultados em cultivos comerciais de peixes, o alimento fornecido para as espécies devem conter todos os nutrientes necessários para o bom desenvolvimento. No entanto os custos com a alimentação dos peixes podem corresponder de 60 a 80% dos custos totais de produção (PEREIRA FILHO, 1995).

Quanto à nutrição, suas necessidades de energia e proteínas, são variáveis de acordo com a idade. As exigências nutricionais em juvenis dessa espécie já foram reportadas na literatura, como sendo: 40 % de carboidratos e 28 % de proteínas (CORRÊA et al., 2007) e 40,5 % e 26,5 % (ALMEIDA, 2010).

Os estudos que avaliam a substituição total, ou parcial, dos ingredientes comumente utilizados em rações para peixes comerciais por alimentos alternativos são de suma importância por viabilizar a elaboração de dietas com menor custo sem perder a eficiência nutricional (BOONYARATPALIN et al., 1998).

Conforme Boscolo et al. (2004), a substituição de fontes tradicionais por fontes alternativas de menor custo é muito importante para a cadeia produtiva do pescado, e além disso Pezzato, (1995) enfatiza ser muito prático fazer uso de produtos de origem animal, devido aos seus níveis adequados em aminoácidos limitantes, ácidos graxos, vitaminas e minerais.

Schickler, (2013) explica que os insetos podem substituir satisfatoriamente alimentos proteicos de origem animal, como a farinha de carne e ossos, de vísceras de frango, de peixe, de sangue e de penas. Dentre um dos mais conhecidos para este feito têm-se as larvas de Tenébrio (*Tenebrio molitor*), que ultimamente vem ganhando espaço no ramo alimentício alternativo. Estudos envolvendo a produção de *T. molitor* têm sido promissores e que além de seres humanos fazerem uso na alimentação, também pode ser utilizada para animais, como peixes e aves.

Para Otuka et al. (2006), a multiplicação de *T. molitor* é facilmente adquirida em grandes quantidades e com baixo custo. É um inseto que pode ser criado sob diferentes tipos de resíduos e pode alimentar-se de uma variedade de substratos de plantas ou animais (RAMOS ELORDUY et al., 2002).

Os insetos são ricas fontes de proteínas, gorduras e minerais de alta digestibilidade. As espécies comestíveis apresentam 50% de proteína bruta no material desidratado. Podem ser utilizadas como ingredientes de rações para a produção de proteína animal, servindo indiretamente como fontes de proteína para os seres humanos (SCHICKLER, 2013).

2. OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Avaliar a inclusão de farinha das larvas do inseto *T. molitor* como ingredientes de rações na alimentação de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*).

1.2 Objetivo Específico

Determinar o desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui alimentados com diferentes níveis de inclusão da farinha de larvas de *T. molitor*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A aquicultura pode ser definida como a produção em cativeiro de organismos com hábito de vida predominantemente aquático, tais como: peixes, crustáceos, moluscos, quelônios e anfíbios (SILVA JÚNIOR et al., 2011), e tem se desenvolvido através do crescente aumento da demanda populacional por alimentos saudáveis e da redução dos estoques naturais (COSTA, 2012).

Na América do Sul a aquicultura é considerada uma atividade produtiva de renomada importância por ter grande diversidade de organismos aquáticos com condições zootécnicas favoráveis para cultivo. Embora seu desenvolvimento em nosso continente seja relativamente recente, reconhecem-se avanços consideráveis na exploração de espécies nativas em cativeiro, principalmente de peixes de água doce (VÁSQUEZ-TORRES, 2001).

O satisfatório avanço da piscicultura no Brasil é o reflexo de suas dimensões continentais, da presença de grande quantidade de água doce e clima favorável, além de apresentar inúmeras espécies nativas com elevado potencial para a aquicultura (MEURER et al., 2009).

O crescimento da aquicultura no Brasil se efetivou mais precisamente em meados do ano de 2007 a 2008, quando chegou a ocupar o terceiro lugar no *ranking* da América do Sul, com uma produção de 997.783 t. (BRASIL, 2009). De acordo com a FAO, o Brasil pode vir a se tornar um dos maiores produtores mundial até 2030, ano em que a produção pesqueira nacional teria condições de atingir cerca de 20 milhões de toneladas (BRASIL, 2014).

3.1. O tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O tambaqui pertencente à classe Actinopterygii, ordem Characiformes e família Characidae, é nativo da bacia amazônica, Orinoco e seus afluentes (GOMES et al., 2010). É uma espécie que mais tem despertado interesse na piscicultura, principalmente pela preferência do consumidor e o alto preço do mercado. De acordo com Batista et al. (2004), esta é a espécie amazônica mais criada em todo território brasileiro. Em seu habitat natural é classificado como frugívoro exclusivo, e onívoro com tendência zooplânctófaga na fase jovem (SILVA et al., 2003).

Entre as espécies de peixes nativas mais cultivadas em cativeiro o tambaqui tem se destacado por apresentar diversas características desejáveis, tais como: disponibilidade de juvenis para comercialização durante o ano todo (ROLIM, 1995),

hábito alimentar variado (SILVA et al. 1991), rápido crescimento (FERNANDES et al., 2000), boa conversão alimentar (VAL et al., 1998), resistência a baixos níveis de oxigênio dissolvido na água (GRAEF, 1995; ARAÚJO LIMA e GOMES, 2005) e boa aceitação pelos consumidores (GARCEZ, 2009 e GOMES et al., 2010).

Silva et al. (2003) acrescenta que esta espécie possui alta capacidade para estocar energia na forma de gordura de reserva (até 10% do seu peso total), que corresponde a uma adaptação para manutenção metabólica em épocas de escassez de alimentos. Na natureza há registros de que o tambaqui atinge aproximadamente 30 kg, sendo considerado um dos maiores peixes de escamas da bacia amazônica, perdendo em tamanho somente para o Pirarucu (*Arapaima gigas*) (KUBITZA, 2004).

Com o destaque em todo o país que esta espécie vem obtendo nos últimos anos, o tambaqui tem despertado o interesse de vários setores no Brasil seja de iniciativa privada ou governamental (RESENDE, 2009). E por meio dos agentes que compõem sua cadeia produtiva, até a atualidade se tem procurado aperfeiçoar o desempenho produtivo e econômico da criação, de modo que esta espécie tem sido alvo de diversas pesquisas voltadas a aprimorar as condições de cultivo e manejo e aumentar o desempenho zootécnico e econômico (SILVA et al., 2007; ISIMÑO-ORBE et al., 2003; NUNES et al., 2006; CHAGAS et al., 2007).

3.2. Nutrição de peixes e alimentação alternativa

A nutrição é caracterizada como a atuação de processos químicos e fisiológicos que provém nutrientes ao animal para garantir o funcionamento normal da manutenção e crescimento. É o fornecimento de substâncias necessárias para o funcionamento do metabolismo (CAVALHEIRO, 2000).

Proporcionar alimentos nutricionalmente balanceados, e que atendam às exigências das espécies cultivadas, possui fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento de peixes (CHAGAS et al., 2005). Em diversos países, o crescimento da produção piscícola tem sido possível através da intensificação do cultivo por meio do uso de rações balanceadas (TACON e DE SILVA, 1997; MEYERS, 1999).

Silva, (2012) afirma que a alimentação tem sido o maior entrave no ramo da piscicultura em função de seu alto custo. De acordo com Cyrino et al. (2010) os gastos com alimentação na piscicultura intensiva, chegam a representar em torno de 50 a 80% dos custos de produção. Portanto, para melhorar a criação, é necessário

considerar os aspectos qualitativos e quantitativos da alimentação (CAVALHEIRO, et al., 2014).

O conhecimento das exigências nutricionais dos peixes é de vital importância para a produtividade e economicidade dos sistemas de produção, e aproveitamento eficiente dos nutrientes das dietas. O ajuste específico das exigências nutricionais da espécie e o emprego de técnicas avançadas de cocção (infusão, cozimento) e expansão na fabricação das rações aumenta a biodisponibilidade de nutrientes, melhorando assim a assimilação pelos peixes (KIANG, 1998).

O uso de rações balanceadas e de sistemas intensivos de produção vem crescendo na região amazônica. Com isso, observou-se que os conhecimentos científico-tecnológicos disponíveis não são suficientes para suprir às necessidades do setor de insumos e da produção. Este fato pode ser constatado na área de nutrição de espécies como o matrinxã (*Brycon amazonicus*) e o pirarucu (*Arapaima gigas*), assim como de espécies mais tradicionais para criação em cativeiro como o tambaqui (PEZZATO, 1997; PORTZ et al., 2000; MARTINO et al., 2002).

Para Costa et al. (2010), a seleção de ingredientes para a formulação de rações para peixes é realizada em função de seu valor nutricional, sendo, geralmente obtido por análise proximal e também de suas características físico-químicas após processamento. Porém, faz-se necessário avaliar se os mesmos apresentam fatores antinutricionais, os quais podem limitar o nível de inclusão na mistura final. Essas substâncias antinutricionais, quando presentes, podem vir a provocar mudanças significativas nas respostas fisiológicas do peixe, como: perda do apetite, diminuição do desempenho produtivo, menor utilização do alimento, alterações histopatológicas nos tecidos e, até a morte se o consumo for prolongado (LIENER, 1980 e CHUBB, 1982).

Segundo Feiden et al. (2005), a procura por ingredientes de qualidade para serem utilizados na formulação de rações tem obtido aumento devido ao crescimento e a intensificação da aquicultura. Com a menor disponibilidade de farinha de peixe no mercado mundial vinculada ao seu alto custo (BOSCOLO, 2003) tornam-se indispensáveis os estudos em busca de fontes alternativas de boa qualidade (SUGIURA et al., 2000), que garantam o bom desempenho e que ofereçam baixo custo. Como enfatizam Fagbenro e Davies, (2000) ao afirmarem que

rações para peixes podem ser produzidas livres de farinha de peixe sem que haja queda no seu desempenho.

Sendo assim, Santos, (2007) e Gatlin, (2010) afirmam que o hábito alimentar de uma espécie influencia diretamente, a ação enzimática, sobre o alimento ingerido e a forma de aproveitamento dos nutrientes da dieta fornecida. Isso ocorre, porque o valor nutricional de um alimento não depende apenas do seu teor de nutrientes, mas também da habilidade do animal em digerir e assimilar os nutrientes. Para Naylor et al. (2009), a viabilidade de um bom ingrediente depende de sua qualidade nutricional, disponibilidade imediata e facilidade de manuseio, transporte, armazenagem e utilização para a formulação de dietas.

Em uma avaliação do efeito da substituição total ou parcial (75%) da farinha de peixe pela farinha de vísceras de aves, farinha de carne e ossos e o farelo de soja na alimentação do bagre africano (*Clarias gariepinus*), Goda et al. (2007) observaram que a farinha de vísceras de frangos e o farelo de soja podem substituir inteiramente a farinha de peixe sem afetar o desempenho desta espécie, enquanto a farinha de carne e ossos podem substituir a farinha de peixe em 75% sem prejudicar os parâmetros de desempenho.

Com a crescente pesquisa por fontes alternativas que possam vir a substituir os ingredientes mais onerosos na dieta de peixes, inúmeros outros trabalhos têm demonstrado alternativas de proteína de origem animal e vegetal também na alimentação de peixes carnívoros como o farelo de soja (El-Sayed, 1992), farelo de canola (Furuya et al., 2001), farelo de coco (Pezzato et al., 2000) e farinha de minhoca (ROTTA et al., 2003).

Souto, (2015) trabalhando com farinha de camarão em dietas de juvenis de tambaqui como principal fonte proteica em substituição ao farelo de soja, demonstrou que a mesma pode ser utilizada sem prejudicar o desempenho produtivo dos animais e sem afetar negativamente as respostas fisiológicas quando substituídos até 50% de farelo de soja, destacando que a farinha de camarão também é uma possível fonte alternativa de origem animal com propriedades desejáveis na formulação de rações.

Em decorrência de um bom perfil de aminoácidos e aos minerais disponíveis nos produtos de origem animal, é sugerido, para a dieta de grande parte das espécies de peixes, principalmente nas fases iniciais, que parte da proteína seja de

origem animal, para que os índices de desempenho sejam satisfatórios (GALDIOLI et al., 2000).

A nutrição de peixes diferencia-se dos demais animais por obter um elevado nível proteico e por ser esta a fração de mais alto custo na ração (GALDIOLI et al., 2000). Partindo deste fato, os insetos têm um grande potencial como alimento, especialmente tendo em conta o seu valor nutricional, baixa necessidade de espaço, baixo custo e a grande aceitação principalmente para aves e peixes (OTUKA et al. 2006; RUMPOLD e SCHLUTER, 2013).

3.3. Inseto *Tenébrio molitor* na alimentação de peixes

Numerosos estudos com peixes carnívoros, onívoros e herbívoros demonstraram que os insetos podem ser incluídos com sucesso em dietas de peixe como um substituto para a farinha de peixe, embora tenha havido mais estudos sobre a espécie onívora do que sobre a carnívora (TRAN et al., 2015).

Insetos são promissores ingredientes de rações animais porque contêm níveis elevados de proteína de alta qualidade, possuem ciclos de vida curto e são fáceis de produzir e de manusear, dependendo do substrato usado para a sua produção. Insetos metabolizam biomassa de resíduos orgânicos, e, por conseguinte, podem ser utilizados na formulação de alimentos para animais, como aves, suínos, e peixes (RAMOS-ELORDUY et al., 2002).

Assim, avaliando o potencial dos insetos consideram-se outras vantagens como no caso de benefícios ambientais, pois podem ser alimentados com resíduos gerados por humanos, enquanto tendo um papel importante reciclando materiais na biosfera terrestre (KATAYAMA et al., 2008). A grande diversidade de espécies de insetos (70–75% de espécies), de ecossistemas diferentes, com dietas diferentes e fases de desenvolvimento provoca uma variabilidade enorme na composição nutricional de seus corpos.

Costa-Neto, (2003) diz que em um estudo experimental com a mosca (*Musca domestica* L.) registrou a capacidade e a eficiência que esse inseto tem para reciclar diferentes fontes orgânicas de lixo, e o estágio pupal dessa mosca também foi usado por Ramos-Elorduy et al. (1988) como ração para alevinos da truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*).

Com tais estudos, o inseto tenébrio (*Tenébrio molitor*) vem se destacando como uma das alternativas alimentares, pois sua dieta de criação pode influenciar o

seu desenvolvimento e, possivelmente, o desempenho dos animais que se alimentam desta espécie. É considerado um alimento de alta qualidade, com grande quantidade de proteína (45-60% proteína bruta) e gordura (30-45% extrato etéreo) (OTUKA et al. 2006). *Tenébrio molitor* é originária da Europa, mas atualmente distribuídos em todo o mundo (RAMOS-ELORDUY et al., 2002). Os besouros do gênero *Tenébrio* podem ser pretos ou pardo-escuros, chegando a média de 2 cm de comprimento com hábito de consumir cereais armazenados e outros resíduos, tanto no estágio larval como no adulto (BORROR, 1964).

Esta espécie é caracterizada pelo seu alto índice de reprodução, que está entre 500 a 1000 larvas por desova. O mesmo pertence à ordem Coleoptera, família Tenebrionidae, possui ciclo de vida completo em quatro fases, ovo, larva, pupa e adulto. É bastante exigente em calor, atingindo maior produtividade entre 26°C a 32°C. É um inseto que não voa, prefere ambientes secos e escuros, não possuindo qualquer tipo de odor ou ferrão, pois não picam ou secretam qualquer tipo de líquido ou substâncias desagradáveis e prejudiciais ao homem (GALLO et al. 2002).

As rações utilizadas na aquicultura, além de atenderem às necessidades nutricionais das espécies, devem disponibilizar o mínimo de excedentes de nutrientes, tendendo minimizar os impactos negativos sobre os sistemas de criação e os ecossistemas aquáticos (VALENTI, 2000; HENRY-SILVA, 2001).

As dietas e os hábitos alimentares dos peixes não só influenciam diretamente seu comportamento, integridade estrutural, saúde, funções fisiológicas, reprodução e crescimento, como também modificam as condições ambientais do sistema de produção. Sendo que a otimização do crescimento só pode ser adquirida por meio do manejo concomitante da qualidade de água, nutrição e alimentação (CYRINO et al., 2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área experimental

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura Sustentável do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), no município de Humaitá - Amazonas, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2015, com duração de 45 dias.

4.2. Obtenção da farinha de inseto *T. molitor*

As larvas de tenébrio desidratadas foram adquiridas na empresa NUTRINSECTA (Minas Gerais), as quais, ao chegarem foram acondicionadas na geladeira em temperatura de 5° C, para garantir a qualidade nutricional até serem utilizadas na formulação das rações experimentais.

4.3. Manejo dos peixes experimentais

Com a finalidade de determinar os índices zootécnicos, os animais utilizados foram adquiridos na empresa BIOFISH em Porto Velho, Rondônia, onde 800 juvenis de tambaqui foram submetidos a um período de aclimação com duração de 4 dias em uma caixa de PVC com capacidade de 500 litros, previamente preparada com circulação de água parcial e aeração constante, tratados com sal iodado como ação profilática, sendo alimentados duas vezes diariamente (8:00h e 17:00 h) com ração a um nível de 32% de proteína bruta, realizando posteriormente monitoramento dos parâmetros de qualidade da água.

4.4. Formulação das rações experimentais

Neste ensaio foram testados três níveis de inclusão da farinha *T. molitor* referentes a 10, 20 e 30% de substituição da proteína na ração, e a controle sem inclusão deste ingrediente (Tabela 1). As rações experimentais foram formuladas para manutenção do mesmo nível proteico e energético durante todo o período de realização do trabalho.

TABELA 1 - Formulação das dietas experimentais com substituição de 10, 20 e 30% de farinha de Tenébrio (*T. molitor*) no desempenho de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*), Humaitá-AM.

INGREDIENTES	Níveis dos ingredientes por tratamento (%)			
	Controle	10 % PB	20% PB	30% PB
Farinha de Inseto	0,0	3,0	6,0	9,0
Fubá de Milho	13,0	12,0	12,0	12,0
Farelo de Soja	50,0	49,0	47,0	45,0
Sal	1,0	1,0	1,0	1,0
Vitamina C (35%)	0,2	0,2	0,2	0,2
Amido	6,3	7,0	7,3	8,0
Óleo de Milho	2,5	1,5	0,5	0,0
Fosfato bicálcico	2,0	2,0	2,0	2,0
Calcáreo	1,0	1,0	1,0	1,0
Farinha de carne	20,0	17,0	15,0	13,0
Fibra de trigo	3,0	5,3	7,0	7,8
Premix	1,0	1,0	1,0	1,0
PB (%)	32	32	32	32
EB (Kcal/Kg)	3726	3721	3722	3740

PB = Proteína Bruta; EB = Energia Bruta.

Para a formulação destas mesmas rações testadas neste experimento as larvas de tenébrio desidratadas foram moídas em um liquidificador elétrico, depois de trituradas, foram peneiradas para a obtenção de grãos menores e retirada das porções grosseiras indesejáveis (asas, tórax, outros resíduos).

Após a moagem dos demais ingredientes utilizados na formulação das rações, foram pesados em uma balança com capacidade de 3,5 KL de precisão, todos os ingredientes foram misturados manualmente, umedecidos com água, em seguida processados em um moedor de carne para a formação dos pellets.

A secagem das rações foi feita em estufa com circulação forçada, à temperatura constante de 55° C durante 24 horas. Depois de secas, as rações foram ensacadas, identificadas e armazenadas no freezer (-18°C), sendo retirada uma amostra de cada tratamento e da farinha de tenébrio para determinação de suas composições centesimais (TABELA 2).

TABELA 2 - Composição centesimal aproximada, das dietas experimentais utilizadas no desempenho de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) alimentados com níveis crescentes de farinha de inseto, Humaitá-AM.

TRATAMENTOS	UM (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MS (%)
Ração Controle	7,4	35,1	4,0	2,5	92,6
Ração 10% PB	7,8	35,7	4,0	2,4	92,2
Ração 20% PB	8,2	35,9	3,7	2,2	91,8
Ração 30% PB	8,4	35,5	3,9	2,0	91,6
FI	5,1	46,6	29,4	-	94,9

UM = Umidade; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FB = Fibra bruta; MS = Matéria Seca; FI = Farinha de inseto.

4.5. Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições e quatro tratamentos, no qual 96 juvenis de tambaqui ($4,31 \pm 0,34$ g) foram utilizados para a montagem do ensaio, onde após a biometria inicial estes foram distribuídos em 16 aquários com capacidade de 70 litros, cada um contendo 6 peixes, os quais representaram as unidades experimentais avaliadas. Os aquários eram ligados a um sistema independente de filtragem e aeração, com aquecimento controlado ($28,0^{\circ}\text{C}$) e fluxo constante de água. Os animais foram monitorados diariamente e alimentados quatro vezes ao dia (08:30h, 11:30h, 14:30h e 17:30h) até a saciedade aparente.

4.6. Parâmetros de qualidade da água

O monitoramento da temperatura e oxigênio dissolvido na água foi realizado através do oxímetro (Pro 20 YSI). Sendo também monitorados os níveis de amônia (última semana experimental), através do Teste Colorimétrico e pH através do peagâmetro (EcoSence pH 10^a), todos estes aferidos diariamente. O processo de limpeza dos aquários foi realizado por sifonagem semanalmente.

4.7. Biometria

A biometria foi feita no início e no final do experimento (45 dias), totalizando duas biometrias. As medidas do comprimento padrão dos peixes foram efetuadas

com uma régua milimétrica, e o peso dos peixes em balança eletrônica de precisão (0,01g) para observar a homogeneidade do lote.

4.8. Índices zootécnicos

Após o período de aclimatação (4 dias), e a biometria inicial, deu-se início a condução do experimento com duração de 45 dias, com o intuito de aferir o efeito de cada ração sobre o desempenho dos juvenis de tambaqui. Os peixes sacrificados foram sensibilizados por elevada variação de temperatura, em baldes com gelo, para após passarem pelo procedimento de retiradas de vísceras e pesagem.

Ao final do período de 45 dias observaram-se as seguintes variáveis do desempenho zootécnico experimental executado: ganho de peso, ganho de peso diário, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, taxa de crescimento relativo, taxa de eficiência proteica, índice de gordura-víscero-somático, índice hepato-somático, taxa de sobrevivência e fator de condição. Os cálculos foram executados através das seguintes fórmulas:

Ganho de Peso (Gp)

$$Gp (g) = P_f - P_i$$

Onde:

P_i = peso médio inicial (g)

P_f = peso médio final (g)

Ganho de peso diário (GPD)

$$GPD (g.dia^{-1}) = GP/t$$

Onde:

GP = Ganho de peso por repetição (g)

t = período de alimentação (dias)

Conversão Alimentar Aparente (CAA)

$$CAA (g g^{-1}) = RC/GP$$

Onde:

RC= Ração consumida por repetição (g)

GP = Ganho de peso por repetição (g)

Taxa de Crescimento Específico (TCE)

$$TCE (\%.dia^{-1}) = 100 \times (\ln \text{ peso médio final} - \ln \text{ peso médio inicial}) / \text{tempo}$$

Onde:

P_i = peso médio inicial (g)

P_f = peso médio final (g)

t = período de alimentação (dias)

Taxa de Crescimento Relativo (TCR)

$$\text{TCR (\%)} = 100 \times (P_f - P_i) / P_i$$

Onde:

P_i = peso médio inicial (g)

P_f = peso médio final (g)

Taxa de Eficiência Proteica (TEP)

$$\text{TEP (\%)} = \text{Ganho de peso (g)} / \text{PB ingerida (g)}$$

Onde:

PB = Proteína bruta

Índice Gordura Viscero-Somático (IGVS)

$$\text{IGVS (\%)} = 100 \times (\text{Peso da víscera fresca} / \text{Peso corporal})$$

Índice Hepato-Somático (IHS)

$$\text{IHS (\%)} = 100 \times (\text{Peso do fígado fresco} / \text{Peso corporal})$$

Taxa de Sobrevivência (TS)

$$\text{TS (\%)} = 100 \times (\text{número final de peixes} / \text{número inicial de peixes})$$

Fator de Condição (k)

$$k = (P \times 100) C^{-3}$$

Onde:

P = peso em g;

C = comprimento em cm.

4.9. Análise estatística

Os dados e as médias das variáveis de desempenho foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando detectadas diferenças significativas entre as médias, foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%,

sendo estes realizados utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT 7.7 Beta (2015).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis físicas e químicas da água, temperatura, oxigênio dissolvido e pH, foram aferidos diariamente e a amônia total no final do experimento. Sendo assim, as médias encontradas nos parâmetros de qualidade da água utilizadas para a criação dos juvenis de tambaqui deste ensaio, encontram-se dentro dos limites adequados para o desenvolvimento da espécie (TABELA 3), sem diferir estatisticamente entre si.

TABELA 3 - Médias e desvio padrão dos parâmetros de qualidade de água monitorados durante o período experimental, Humaitá-AM.

TRATAMENTOS	PARÂMETROS AVALIADOS			
	OD (mg.l ⁻¹)	T (° C)	pH	AMÔNIA TOTAL (mg.l ⁻¹)
Ração Controle	4,9±0,4	27,5±0,1	7,2±0,1	0,6±1,8
Ração 10% PB	5,3±0,2	27,4±0,1	7,3±0,1	0,6±1,4
Ração 20% PB	5,0±0,1	27,5±0,0	7,0±0,2	0,8±1,5
Ração 30% PB	5,5±0,2	27,5±0,0	7,2±0,1	0,7±0,9
CV (%)	5,67	0,50	4,37	38,9

*Médias apresentadas não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

OD = Oxigênio Dissolvido; T = Temperatura; pH = potencial hidrogeniônico.

Para os índices de desempenho zootécnico avaliados, os diferentes tratamentos com inclusão (10, 20 e 30%), de farinha de tenébrio fornecidas nas dietas, não obtiveram diferenças significativas da ração controle ($P > 0,05$), (Tabela 4).

De acordo com os parâmetros avaliados durante os 45 dias de experimento, os valores médios de desempenho zootécnico não apresentaram diferenças significativas quando comparados aos diferentes níveis de inclusão de farinha do inseto *T. molitor* (10%, 20% e 30%) da testemunha (Ração Controle).

Em trabalhos de avaliação de ingredientes alternativos, além da redução dos custos de produção, um dos principais fatores que devem ser levados em consideração é o fato de que, ao consumirem o ingrediente, os animais não tenham seu desempenho zootécnico prejudicado (LOPES et al., 2010).

TABELA 4 - Valores médios e desvio padrão dos índices zootécnicos analisados em juvenis de tambaqui (*C. macropomum*), Humaitá-AM.

PARÂMETRO S AVALIADOS	TRATAMENTOS				CV (%)
	Ração Controle	Ração 10 % PB	Ração 20% PB	Ração 30% PB	
GP (g)	28,8±5,7	23,9±5,5	32,1±6,3	26,6±4,4	18,7
GPD (g.dia ⁻¹)	0,6± 0,1	0,5±0,1	0,7±0,1	0,5±0,1	18,8
CAA (g.g ⁻¹)	1,7±0,2	2,3±0,39	2,0±0,3	2,4±0,7	21,5
TCE (% dia ⁻¹)	4,4±0,2	4,2±0,2	4,8±0,4	4,2±0,4	7,69
TCR (%)	654,7±96,2	571,8±70,5	796,9±137,0	573,6±117,1	18,1
TEP (%)	4,8±0,6	3,5±0,7	3,4±0,9	3,2±1,6	28,3
IGVS (%)	4,6±0,6	4,1±0,4	3,6±0,7	3,9±0,3	13,9
IHS (%)	2,4±0,3	2,1±0,1	1,9±0,2	2,2±0,2	11,7
TS (%)	100,0±0,0	95,8±8,3	83,3±13,6	83,3±23,5	15,7
FC (K)	2,1±0,2	2,1±0,1	2,2±0,1	2,1±0,0	6,6

As médias apresentadas acima não diferem estatisticamente entre si. GP= Ganho de peso; GPD = Ganho de peso diário; CAA = Conversão Alimentar Aparente; TCE = Taxa de crescimento específico; TCR = Taxa de crescimento Relativo; TEP = Taxa de eficiência proteica; IGVS = Índice de Gordura víscero-somático; IHS = Índice hepato-somático; TS = Taxa de sobrevivência; FC = Fator de condição.

Dietas de peixe são caracterizadas por altos conteúdos de proteína e um equilíbrio delicado na relação energia-proteína (E/P) (CHO, 1992). Em análises realizadas atualmente mostrou-se que os insetos têm um alto valor nutritivo (NEWTON et al., 1977; BONDARI e SHEPPARD 1987; FINKE, 2002). Na verdade, caracterizam-se por ser uma rica fonte de nutrientes em termos de proteína, gordura, vitaminas e minerais (BUKKENS, 2005; RUMPOLD e SCHLUTER, 2013).

Os resultados do presente estudo demonstram que o tambaqui é um peixe capaz de aproveitar bem rações contendo farinha de tenébrio, o que indica que não ocorreram impactos negativos relacionados à inclusão deste componente sobre o ganho de peso (GP) desses animais durante o período experimental.

Gasco et al. (2014) trabalhando com robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*), incluindo até 25% de farelo de *Tenebrio molitor* em dietas isoprotéicas como um substituto da farinha de peixe não teve efeitos adversos sobre o ganho de peso, resultado este que corrobora com o encontrado neste estudo trabalhando com juvenis de tambaqui.

Estudos recentes vêm avaliando o desempenho de várias espécies de peixes com dieta suplementada por farinha de inseto tenébrio, como: Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), avaliada por Gasco et al. (2014), Dourada (*Sparus aurata*),

com crescimento analisado por Piccolo et al. (2014) e outras, sendo estas também envolvidas em estudos de desempenho com diferentes espécies de insetos como ingrediente proteico.

Para a conversão alimentar aparente (CAA) representada pela quantidade de alimento aparentemente utilizada para gerar incremento em peso dos animais, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos. Com isso, caracteriza-se que a inclusão de farinha de inseto obteve uma boa conversão de alimento em massa e energia corporal.

Assim, os resultados apresentados anteriormente para CAA podem corroborar com os encontrados por Anselmo (2008), no qual também não observou diferença significativa alimentando juvenis de tambaqui com inclusão de resíduos amazônicos, evidenciando que o mesmo também possui uma grande capacidade em aproveitar bem alimentos de origem vegetal, uma vez que menores taxas de CAA significam menos consumo de ração e melhor aproveitamento.

Com o efeito da inclusão de farinha de tenébrio na ração testada, pôde-se constatar que o nível de proteína e energia utilizadas na dieta não comprometeu o Ganho de peso (GP) e Conversão Alimentar Aparente (CAA) mesmo em decorrência dos níveis de gorduras serem mais elevado.

Barroso et al. (2014) analisaram larvas de tenébrio e chegaram a conclusão de que a composição centesimal das larvas é composta de $30 \pm 0,7\%$ de extrato etéreo e $58,4 \pm 0,4\%$ de proteína bruta, portanto, mais elevado que o farelo de soja para os respectivos nutrientes ($3,0 \pm 0,0$; $50,4 \pm 0$), esclarecendo assim que a farinha de tenébrio é um alimento proteico.

As taxas de crescimento específico (TCE) e crescimento relativo (TCR) dos juvenis de tambaqui estudados foram satisfatórios, pois os animais cresceram e ganharam peso durante os 45 dias de experimento sem que houvesse influências antagônicas vinculadas ao consumo da ração experimental. Baldisserotto, (2002) afirma que a taxa de crescimento relativo deve ser aplicada a peixes pequenos para que os valores obtidos não sejam subestimados.

Para Oishi, (2007) ao avaliar a produtividade de juvenis de tambaqui alimentados com rações contendo inclusão de 10, 20 e 30% de resíduo da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*), o melhor resultado para taxa de crescimento

relativo com os animais alimentados ocorreu na ração 20% (105,8%), bem abaixo dos resultados encontrados com a inclusão 10, 20 e 30% de farinha de *T. molitor*.

Os peixes dos três tratamentos avaliados e a dieta controle não apresentaram diferença significativa para eficiência proteica com a inclusão de farinha de tenébrio nas dietas, podendo afirmar que a relação de aproveitamento da proteína pelos animais foi bem sucedida, caracterizando uma boa taxa de eficiência proteica (TEP) (ANSELMO, 2008).

Neste caso, a inclusão de até 30% de farinha de inseto tenébrio obteve um índice considerável de eficiência em aminoácidos essenciais, pois a deficiência destes aminoácidos em peixes causa redução na utilização da proteína e retarda o crescimento, diminuindo o ganho de peso e a eficiência alimentar (OISHI, 2007).

Botaro et al., (2007) afirmam que uma das vantagens da utilização do conceito para elaboração de rações é evitar o desbalanceamento de aminoácidos, o que pode resultar em deficiência, antagonismos ou toxicidade. A deposição de gordura na cavidade abdominal pode ser utilizada pelo peixe em condições de restrição alimentar (SOUZA et al., 2002). Em condições de confinamento, o meio pode favorecer o maior acúmulo de gordura nas vísceras dos peixes, devido à restrição de movimentos (ARBELÁEZ-ROJAS et al., 2002), o que não ocorreu com os animais deste estudo durante os 45 dias avaliados.

As médias observadas para o Índice de Gordura Viscero-Somático (IGVS) e Índice Hepato-Somático (IHS) indicam que a utilização da energia contida na dieta fornecida foi destinada ao crescimento, não havendo acúmulo. Ainda, o índice hepato-somático pode ser utilizado como indicador da atividade biológica dos peixes, de modo a oferecer subsídios para o reconhecimento da época reprodutiva, quando associado aos índices gonadais (ROTTA, 2003) ou segundo Tavares-Dias e Mataquero, (2004) como parâmetro para avaliação das reservas energéticas dos peixes.

Para Ng et al. (2001) “catfish” alimentados com dietas à base de tenébrio tinham significativamente mais lipídios em sua carcaça. Sendo que os lipídios exercem importantes funções fisiológicas e estruturais. São importantes fontes de energia para movimentação, migração, crescimento, reprodução e demais funções fisiológicas. Partindo deste fato, a farinha de tenébrio utilizada no experimento supriu

adequadamente a quantidade lipídica exigida para um bom desempenho da espécie, logo não se constatou resultados negativos sobre os índices avaliados.

Quanto às condições de bem-estar dos peixes, verificou-se que foram satisfatórias com um bom índice de sobrevivência, pois segundo Weatherley (1987), o fator de condição, permite que se avaliem as variações das condições gerais de bem-estar do peixe, dentre elas, a disponibilidade de alimento.

Assim, observou-se que a ração até 30% de inclusão da farinha do inseto *T. molitor* é viável na dieta de juvenis de tambaqui, pois proporcionou desempenho semelhante à ração controle sem alterações no crescimento e desenvolvimento corporal dos animais, podendo substituir a proteína das rações convencionais.

6. CONCLUSÃO

A inclusão, de até 30% de farinha de tenébrio, em rações para juvenis de tambaqui não comprometeu suas variáveis de desempenho zootécnico, indicando ser um ingrediente com potencial de uso em suas rações, mas que inclusões maiores podem ser testadas e avaliadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.C. *Desempenho produtivo, eficiência digestiva e perfil metabólico de juvenis de tambaqui, Colossoma macropomum (Cuvier, 1808) alimentados com diferentes taxas carboidrato/lipídio*, 2010, 103 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos-SP, 2010.
- ANSELMO, A. A. S. *Resíduos de frutos amazônicos como ingredientes alternativos em rações extrusadas para juvenis de tambaqui (Colossoma macropomum)*, 2008, 45 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais). Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM, 2008.
- ARAÚJO-LIMA, C.; GOMES, L. C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L. C. (Ed.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria: Editora UFSM, 2005. p. 175-202.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSSO, D.M.; FIM, J.D.I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Curitiba, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, 2002.
- BALDISSEROTTO, B. 2002. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Santa Maria. Ed. UFSM. 212 p.
- BARROSO; F. G.; DE HARO, C.; SÁNCHEZ-MUROS, M. J; VENEGAS, E.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; PÉREZ-BAÑÓN, C. The potential of various insect species for use as food for fish. *Aquaculture* 422-423, p. 193-201, 2014.
- BATISTA V. S.; ISAAC V. J.; VIANA J. P. 2004. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia, p. 63-151. In: RUFFINO, M. L. (Org.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia*. IBAMA, Manaus, Amazonas.
- BONDARI, K., and D.C. SHEPPARD. 1987. Soldier fly, *Hermetia illucens* L., larvae as feed for channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Aquaculture. Fish. Manage.* 18: 209–220.
- BOONYARATPALIN, M.; SURANEIRANAT, P.; TUNPIBAL, T. Replacement of fish meal with various types of soybean products in diets for the Asian seabass, *Latescalcarifer*. *Aquaculture*, v. 161, p. 67-78, 1998.
- BORROR, D. J. *Estudo dos Insetos*. Editora: Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 1964.
- BOSCOLO, W. R. *Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia na alimentação da tilápia do Nilo Oreochromis niloticus*, 2003, 83 f. Tese (Doutorado em zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2003.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R. A. Digestibilidade Aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*)

e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 01, p. 8-13, Viçosa – MG, 2004.

BOTARO, D.; FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; SILVA, T. S. C.; SANTOS, V. G. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n.3, p. 517-525, UNESP – SP, 2007.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura: Brasil 2008–2009*. Brasília, DF: MPA, 2009. 101 p. Disponível em: <www.sepaq.pa.gov.br/files/u1/anuario_da_pesca_completo.pdf>. Acesso em: 08 de março de 2016.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. Boletim estatístico da pesca (Brasil 2014). 2014. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/aquicultura/potencial-brasileiro>>. Acesso em: 09 de março de 2016.

BUKKENS, S. G. F. 2005. Insects in the human diet: nutritional aspects. In: PAOLETTI, M. G. ed. Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development, pp. 545–577. New Hampshire, *Science Publishers*.

CAVALHEIRO A. C. M.; CASTRO. M. L. S.; EINHARDT M. D. S.; POUHEY, J. L. O. F.; PIEDRAS S. N.; XAVIER, E. G. Microingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro – Revisão. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, p. 11-20, Pelotas – RS, 2014.

CAVALHEIRO, J. M. O. *Avaliação do desenvolvimento do camurim Centropomus parallelus (Poey, 1860) em água doce, submetido à alimentação artificial*. 2000, 173f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2000.

CHAGAS, E. C. GOMES, L. C.; JUNIOR, H. M.; ROUBACH, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1109 - 1115, 2007.

CHAGAS, E. C. GOMES, L. C.; JUNIOR, H. M.; ROUBACH, R.; LOURENÇO, N. P. Desempenho de tambaqui cultivado em tanques-rede, em lago de várzea, sob diferentes taxas de alimentação. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.40, n.8, p.833-835, ago., 2005.

CHO, C. Y. Feeding for rainbow trout and other salmonids. With reference to current estimates of energy and protein requirements. *Aquaculture*, v.100, p.107-123, 1992.

CHUBB, L. G. (1982) *Anti-nutritive factors in animal feedstuffs*. In: HARESTING, W. Studies in agricultural and food science butterworths. Recent Advances in Animal Nutrition. p. 21-37.

CORRÊA, C. F.; AGUIAR, L. H. de; LUNDSTEDT, L. M. and MORAES, G., 2007. Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch changes and metabolic inferences. *Comp Biochem and Physiol*, part A, cap.147, p. 857-862.

COSTA, D. P. *Efeito da temperatura da água no desempenho e variáveis hematológicas e bioquímicas de juvenis de pacamã (Lophiosilurus alexandri)*. 2012, 52 f. Dissertação (Mestrado em produção animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2012.

COSTA, S. M.; CORRÊA, R.; MARTINS, H.; MEYER, G.; SANTOS, C. P.; SANTANA, M. *Desempenho produtivo do tambaqui (Colossoma macropomum) alimentado com ração à base de girassol*. In: CONGRESSO SUL BRASILEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL (I ANISUS). Chapecó, SC – 12 a 14 de Maio de 2010. p. 4.

COSTA-NETO, E. M. Insetos como fontes de alimentos para o homem: valoração de recursos considerados repugnantes. *Interciência*, Março de 2003. vol. 28, n. 3.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K (2010). A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Brasileira de Zootecnia*, 39, 68-87.

EL-SAYED, A. M. e TESHIMA, S. 1992. Protein and energy requirements of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 103(1): 55-63.

FAGBENRO. O. A.; DAVIES, S. J. Use of oilseed meal as fish meal replacer in tilapia diets. In: FITZSIMMONS, K. E CARVALHO FILHO, J. (Ed.). Proceedings from the fifth International Symposium on Tilapia Aquaculture. Rio de Janeiro: *Panorama da Aquicultura Magazine*, 2000. p.145-153.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The state of world fisheries and aquaculture. Fisheries and Aquaculture Department. Rome, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/sofia/en>. Acesso em: 15 de julho de 2013. pg 21.

FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; SIGNOR, A. A.; REIDEL, A. 2005. Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 2, p.249-256.

FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J. e SAKOMURA, N. K. 2000. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista Brasileira Zootecnia*, 29: 646-653.

FINKE, M. D. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3): 269–285, 2002.

FURUYA W. M., L. E. PEZZATO, V. R. FURUYA e E. C. MIRANDA. Digestibilidade aparente da proteína e aminoácidos do farelo de canola para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira Zootecnia*, 30(4): 1143-1149, 2001.

GALDIOLI, E. M.; HAYASHI C.; SOARES C. M.; FURUYA W. M.; NAGAE M. Y. Diferentes fontes proteicas na alimentação de alevinos de curimba (*Prochilodus lineatus* V). *Acta Scientiarum*, 22(2):471-477, 2000.

GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; E. BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S. OMOTO, C. *Entomologia agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 833-834p.

GARCEZ, R. C. S. *Distribuição espacial da pesca no lago grande de Manacapuru (Amazonas) – bases para subsidiar políticas de sustentabilidade para a pesca regional*. 2009, 106 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus - AM, 2009.

GASCO, L.; GAI, F.; PICCOLO, G.; ROTOLO, L.; LUSSIANA, C.; MOLLA, P.; CHATZIFOTIS, S. 2014. *Substitution of fish meal by Tenebrio molitor meal in the diet of Dicentrarchus labrax juveniles*. In: *Insects to Feed The World*, The Netherlands, p. 80, 2014.

GATLIN, D. M. *Principles of fish nutrition*. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication, 5003, July, 2010.

GODA, A. M.; EL-HAROON, E. R.; CHOWDHURY, M. A. K. Effect of totally or partially replacing fish meal by alternative protein sources on growth of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) reared in concrete tanks. *Aquaculture Research*, 2007; 38: 279-287p.

GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B. e GOMES, L.C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 2ª ed. Santa Maria: Editora da UFSM. p. 175-204, 2010.

GRAEF, E. W. As espécies de peixes com potencial para criação no Amazonas, p. 29-43. In: VAL, L. A. (Eds). *Criando peixes na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus - AM, 1995.

HENRY-SILVA, G. G. *Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (Eichhorniacrassipes, Pistiastratiotes e Salvinia molesta) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal*, 2001. 56p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal - SP, 2001.

ISMIÑO-ORBE, R. A.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M GOMES, L. C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. *Pesquisa Agropecuária Bras.*, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1243-1247, 2003.

KATAYAMA, N.; ISHIKAMA, Y.; TAKAOKI, M.; YAMASHITA, M.; NAKAYAMA, S.; KIGUCHI, K.; KOK, R.; WADA, H. & MITSUHASHI, J. 2008. Entomophagy: a key to space agriculture. *Advances in Space Research*, 41 (5): 701-705.

KIANG, M. *Principles of aquaculture feed production by cooking extrusion*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL AND AQUACULTURE FEEDSTUFFS BY EXTRUSION TECHNOLOGY, 1., 1998, Águas de Lindóia, Proceedings. Campinas- SP: UNICAMP, 2008. p.16.

KUBITZA, F. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo de tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v.14, n.83, maio/jun. 2004.

LIENER, I. J. *Toxic constituents of plants feedstuffs*. New York: Academic Press, 1980.

LOPES, J. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA FILHO, F. P. da; SANTOS, I. B.; WATANABE, P. H.; ARAÚJO, D. M.; PINTO, D. C.; OLIVEIRA, P. S. 2010. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. *Saúde prod.* V. 11, p. 519-526.

MARTINO, R.C.; CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; TRUGO, L.C. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim, *Pseudoplatystoma coruscans*. *Aquaculture*, v. 209, p.209-18, 2002.

MEURER, F.; COSTA, M. M.; BARROS, D. A. D.; OLIVEIRA, S. T. L.; PAIXÃO, P. S. Brown propolis extract in feed as a growth promoter of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Research*, v. 40, p. 603-608, 2009.

MEYERS, S. 1999. *Aquaculture: current status and future developments*. Proceedings of the International Symposium on Animal and Aquaculture Feedstuffs by Extrusion Technology and the International Seminar on Advanced Extrusion.

NAYLOR, R. L.; HARDY, R. W.; BUREAU, D. P.; CHIU, A.; ELLIOTT, M.; FARRELL, A. P.; FORSTER, I.; GATLIN, D. M.; GOLDBURG, R. J.; HUA, K.; NICHOLS, P. D. 2009. Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106: 15103-15110.

NEWTON, G. L., BOORAM, C. V., BARKER, R. W. & HALE, O. M. 1977. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as supplement for swine. *J. Anim Sci.*, 44: 395–400.

NG, W. K.; LIEW, F. L.; ANG, L. P. and WONG, K. W. 2001. Potential of mealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, *Clarias gariepinus*. *Aquacult. Res.* 32 (Suppl. 1): 273–280.

NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. 2006. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. *Pesquisa e agropecuária brasileira*. Brasília, v. 41, nº 1, p. 139 – 143.

NUNES, Z. M. P.; LAZZARO, X.; PERET, A. C. Influência da biomassa inicial sobre o crescimento e a produtividade de peixes em sistema de policultivo. *Ciência Agrotécnica.*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1083-1090, 2006.

OISHI, C. A. *Resíduo da castanha da Amazônia (Bertholletia excelsa) como ingrediente em rações de juvenis de tambaqui (Colossoma macropomum)*, 2007,

71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Amazonas, Manaus - AM, 2007.

OTUKA, A. K., VACARI, A. M., MARTINS, M. I. E. G., & DE BORTOLI, S. A. (2006). Custo de produção de *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: *Pentatomidae*) criado com diferentes presas. *O Biológico*, 2, 1-4.

PEREIRA-FILHO, M. 1995. Alternativas para a alimentação de peixes em cativeiro, p. 75-82. In: VAL, L. A. (Eds). *Criando peixes na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus - AM.

PEZZATO, L. E. *Alimentos convencionais e não convencionais disponíveis para a indústria da nutrição de peixes no Brasil*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE PEIXES E CRUSTÁCEOS. 1995. p. 34-57.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M. QUINTERO, L.G.; PEZZATO A.C.; FURUYA, W. M. 2000. Valor nutritivo do farelo de coco para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scien.*, 22(13): 695-699.

PEZZATO, L.E. *O estabelecimento das exigências nutricionais das espécies de peixes cultivadas*. In: I SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES. Piracicaba. *Anais*. Campinas: CBNA, 1997. p. 45-62.

PICCOLO, G.; MARONO, S.; GASCO, L.; IANNACCONE, F.; BOVERA, F.; NIZZA, A. 2014. Use of *Tenebrio molitor* larvae meal in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles. In: ABSTRACT BOOK CONFERENCE INSECTS TO FEED THE WORLD, *The Netherlands*, 14-17 May, p. 76.

PORTZ, L.; DIAS, C. T. S.; CYRINO, J. E. P. 2000. Regressão segmentada como modelo na determinação de exigências nutricionais de peixes. *Scientia Agricola*, v.57, n.4, p. 601-7.

RAMOS ELORDUY, J., GONZALEZ, E. A., HERNANDEZ, A. R. & PINO, J. M. 2002. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: *Tenebrionidae*) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal of Economic Entomology*, 95(1): 214–220.

RAMOS-ELORDUY, J.; VILLEGAS, R. J.; PINO J. M. M (1988). The efficiency of the insect *Musca domestica* L. in recycling organic wastes as a source of protein. En Houghton DR, Smith RN, Wiggins HOW (Eds.) *Biodeterioration 7. Elsevier Applied Science*. London. p. 805-810.

RESENDE, E. K. de. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil. *Aquabrazil. Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v..38, n. esp., p. 52-57, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300006>>. Acesso em: 02 de setembro de 2013.

ROLIM, P. R. 1995. A infra-estrutura básica para criação de peixes no Amazonas, p. 7-16. In: VAL, L. A. (Eds). *Criando peixes na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus – AM, 1995.

ROTTA M. A., L. O.; AFONSO, A. M.; PENZ JR. E G. J. WASSERMANN. 2003. Uso da farinha de minhoca como alimento para pós-larvas de tilápia. *Bol. Pesquisa e Desenvolvimento*, v. 3. p. 35. Embrapa Pantanal, Corumbá – MS, 2003.

ROTTA, M. A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. Corumbá: *Embrapa Pantanal*, 2003. p. 11-22, 2003 (Documento, 53).

RUMPOLD, B. A. & SCHLÜTER, O. K. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(3) (DOI 10.1002/mnfr.201200735).

SANTOS, F. W. B. 2007. *Nutrição de peixes de água doce: definições, perspectivas e avanços científicos*. In: I SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO ANIMAL, Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, Fortaleza – CE, 2007.

SCHICKLER, G. 2013. *Criação de insetos para ração animal é oportunidade no País*. Disponível em: <<http://economia.terra.com.br/brasil-rural/criacao-de-insetos-para-racao-animal-e-oportunidade-no-pais>>. Acesso em: 21 de janeiro de 2015.

SILVA JUNIOR, W. A.; SILVA, C. N.; PENAFORT, J. M.; SAOUZA, R. A. L.; PIMENTA JUNIOR, J. Alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com ração comercial incrementada por abóbora (*Cucúrbita moschata*). *Anais do 9º Seminário Anual de Iniciação Científica*, 19 a 21 de outubro de 2011.

SILVA, A. M. D.; GOMES, L. C.; ROUBACH, R. Growth, yield, water and effluent quality in ponds with different management during tambaqui juvenile production. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 5, p. 733-740, 2007.

SILVA, J. A. M. da.; PEREIRA-FILHO, M. e OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Valor nutricional e energético de espécies vegetais importantes na alimentação do tambaqui. *Acta Amazônica*, INPA, Manaus, v. 33, n.4. p. 687-700, 2003.

SILVA, J. A. M. da.; PEREIRA-FILHO, M. e OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. 2003. Frutos e Sementes Consumidos pelo Tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) Incorporados em Rações. Digestibilidade e Velocidade de Trânsito pelo Trato Gastrointestinal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1815-1824, 2003 (Supl. 2).

SILVA, J. A. M. da.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. 2007. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) *Acta Amazônia*, 37 (1) 157 164.

SILVA, P. C.; MESQUITA de, A. J.; PALMA, C. S.; OLIVEIRA de, A. N. 1991. Aspectos biométricos, bacteriológicos e físico-químicos do tambaqui (*Colossoma macropomum*) criado em consórcio com suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 5:6-8.

SILVA, V. R. S. Inclusão de Caruru-de-Espinho e Grama-Seda na Ração Comercial para Tilápias-do-Nilo. 2012. 38 f: il. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros – MG, 2012.

SOUTO, C. N. *Farinha de camarão em dietas para o tambaqui (Colossoma macropomum)*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ). Goiânia, 2015. 72 pg.

SOUZA, V. L.; URBINATI, E. C.; GONÇALVES, D. C.; SILVA, P. C. Composição corporal e índices biométricos do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes, *Characidae*) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.24, n.2, p.533-540, 2002.

SUGIURA, S. H.; BABBITT, J. K.; DONG, F. M.; HARDY, R. W. 2000. Utilization of fish and animal by-product meals in low-pollution feeds for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, Oxford, v. 31, n. 7, p. 585-593.

TACON, A. G. J.; DE SILVA, SENA S. 1997. Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming systems in the tropics. *Aquaculture*, v. 151, p.379-404.

TAVARES-DIAS, M.; MATAQUERO, M. I. Características hematológicas, bioquímicas e biométricas de *Piaractus mesopotâmicus* – Holmberg, 1887 (Osteichthyes: *Characidae*) oriundos de cultivo intensivo. *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 2, p. 157-162, 2004.

TRAN, G.; HEUZÉ, V.; MAKKAR, H. P. S. *Insects in fish diets*. Published March 30, 2015. Vol. 5, No. 2.

VAL, A. L.; SILVA M. N. P.; ALMEIDA-VAL V. M. F. 1998. Hypoxia adaptation in fish of the Amazon: a never-ending task. *South African Journal of Zoology*, 33:107-114.

VALENTI, W. C. *Aquicultura no Brasil*; bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq/ Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399p.

VÁSQUEZ-TORRES, W. *Exigências de proteína, gordura e carboidratos em dietas para crescimento de juvenis de pirapitinga (Piaractus brachypomus)*. 2001, 74p. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus – AM, 2001.

WEATHERLEY, A. H. AND H. S. GILL. Dynamics of muscle growth in fish. In Weatherley, A. H. and H. S. Gill. *The Biology of Fish Growth*. Academic Press, Inc., New York. p. 150-161, 1987.