

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TROPICAL**

Glicerina bruta em dietas de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Pamyliuk Rego de Matos

**ARAGUAÍNA
2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
TROPICAL**

Glicerina bruta em dietas de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Pamyluik Rego de Matos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins, para obtenção do título de Mestre.

**Área de Concentração: Produção Animal
Linha de Pesquisa: Ambiência e Bem-estar em Aquicultura
Orientador: Dr. Adriano T. Ramos
Co-Orientador: Dr. Sandro Estevan Moron**

**ARAGUAÍNA
2013**

Glicerina bruta em dietas de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

PAMYLUIK REGO DE MATOS

Dissertação aprovada como requisito para a obtenção do título de Mestre, em 12 de Setembro de 2013, tendo sido julgado pela Banca Examinadora formada pelos professores:



Orientador: Prof. Dr. Adriano Tony Ramos
Universidade Federal do Tocantins



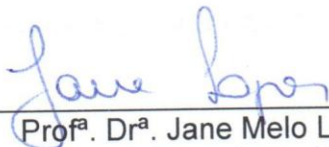
Co-Orientador: Prof. Dr. Sandro Estevan Moron
Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dr. Gerson Fausto da Silva
Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dr. Eduardo Lopes Beerli
Universidade Federal do Tocantins



Prof^a. Dr^a. Jane Melo Lopes
Universidade Federal do Maranhão

Dados Internacionais de Catalogação
Biblioteca UFT – EMVZ

Rêgo de Matos, Pamyliuk

Glicerina bruta em dietas de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) --

[s.n.], 2013.

42 f.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Tony Ramos

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do

Tocantins, 2013.

1.Co-produtos. 2. Desempenho zootécnico. 3. Glicerol. 4. Piscicultura. I. Título

CDD

Dedico aos meus pais **Oswaldo e Vânia**, aos meus irmãos **Pâmella, Deywison, Vanessa e Sâmilla**, ao meu Co-Orientador **Sandro**, ao meu Orientador **Adriano** e aos meus amigos do Laboratório de Morfofisiologia e Bioquímica de peixes Neotropicais, pela ajuda, apoio e força que sempre me deram em todos os momentos dessa minha trajetória.

*“Eu sou metal, raio, relâmpago e
trovão
Eu sou metal, eu sou o ouro em seu
brasão
Eu sou metal, me sabe o sopro do
dragão.*

*Não me entrego sem lutar
Tenho, ainda, coração
Não aprendi a me render
Que caia o inimigo então.*

- Tudo passa, tudo passará...

*E nossa história não estará pelo
avesso
Assim, sem final feliz.
Teremos coisas bonitas pra contar.*

*E até lá, vamos viver
Temos muito ainda por fazer
Não olhe pra trás
Apenas começamos.
O mundo começa agora
Apenas começamos.”*

**(Legião Urbana: Metal contra as
nuvens)**

Agradecimentos

A DEUS, minha fortaleza e fonte de inspiração. Sem Ele não poderia estar concluída mais essa fase de minha vida.

À toda minha família em especial...

Aos meus pais, Osvaldo e Vânia pela ajuda e apoio em minhas decisões.

À minha irmã Pâmella, pela ajuda incondicional, amizade e luta para realização desde sonho.

Aos meus irmãos Deywison, Vanessa e Sâmylla, o meu amor.

À minha avó Edna, pelos conselhos.

Ao professor Sandro Estevan Moron, pela confiança e a oportunidade de crescimento pessoal e profissional..

Ao meu Orientador Adriano Tony Ramos, por me orientar e auxiliar no final do meu trabalho.

Ao meu amigo Diego Rene Sens e ao Instituto Federal de Educação – Araguatins (TO), por fazerem parte da execução do meu trabalho.

À todos meus colegas de mestrado, em especial Otacílio, José Mário, Caio, Nádia, Daniele de Mendonça e Janainna que sempre me ajudaram muito, gosto muito de todos vocês.

À minha banca examinadora Professores Gerson, Michel e Jane, por aceitar participar da banca, contribuindo para minha formação de Mestre.

As minhas amigas do laboratório Liana, Laiza, Jayne, Juliana, Brenda e Mayara pela ajuda na realização do meu trabalho.

A CAPES pela bolsa de mestrado. A UFT e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical pela oportunidade.

A todos MUITO OBRIGADA!!!

SUMÁRIO

Resumo	10
Abstract	11
1 Introdução Geral.....	12
2 Capitulo 01.....	14
2.1 Revisão de Literatura.....	14
2.1.1 Tabaqui.....	14
2.1.2 Alimentos Alternativos.....	14
2.1.3 Biodiesel.....	15
2.1.4 Glicerol.....	18
2.1.5 Metabolismo do Glicerol.....	19
2.1.6 Glicerol na alimentação animal.....	20
2.1.7 Referências Bibliográficas.....	21
3 Capítulo 02 – Desempenho zootécnico de juvenis de tabaqui (<i>Colossoma macropomum</i>) alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta em substituição total do óleo de soja e parcial do milho.....	26
3.1 Introdução.....	26
3.2 Materiais e Métodos.....	28
3.2.1 Desempenhos zootécnicos avaliados.....	30
3.2.2 Análises estatísticas.....	32
3.3 Resultados e Discussão.....	32
3.4 Conclusões.....	40
3.5 Referências Bibliográficas.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAA	Conversão Alimentar Aparente
EA	Eficiência Alimentar
FC	Fator de Condição
g	Gramas
GP	Ganho de Peso
IH	Índice Hepatosomático
Kcal	Quilocalorias
Kg	Quilogramas
L	Litros
mg	Miligramas
ppm	Parte Por Milhão
TCE	Taxa de Crescimento Específico

RESUMO

Glicerina bruta em dietas de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O presente trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar possíveis níveis de substituição total do óleo de soja e parcial do milho em dietas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), sobre o seu desempenho zootécnico e parâmetros fisiológicos. O experimento foi conduzido no período de novembro de 2012 a fevereiro de 2013, na Universidade Federal do Tocantins – Campus de Araguaína avaliando cinco níveis de substituição de glicerina bruta (0%; 7,5%; 10%; 12,5% e 15%) com três repetições, dez animais por repetição, totalizando 150 animais. Os animais foram criados em um sistema semi-estático e os parâmetros de qualidade da água mensurados semanalmente para obter um real controle do ambiente. Os animais recebiam alimentos duas vezes por dia as 08:00 e as 16:00 por um período de 60 dias experimental e 15 dias de adaptação à dieta utilizada. Como variáveis de estudo foram verificadas os parâmetros de desempenho zootécnico: Taxa de crescimento específico, Conversão alimentar aparente, Eficiência alimentar, Índice hepatossomático, Ganho de peso e Fator de condição. Após o período experimental, os animais foram contidos para mensuração dos índices zootécnicos. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando como auxílio do Programa Instat para Windons e aplicado o teste de média Tukey nos testes paramétricos e para os não-paramétricos Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Das variáveis analisadas única que apresentou diferença estatística foi o fator de condição dos animais, pois ao final do experimento esse índice aumentou significativamente em relação ao início, elevando a reserva energética dos animais. As demais variáveis não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos avaliados. A utilização de glicerina bruta na alimentação de juvenis de tambaqui pode ser incluída até 15% sem prejudicar o seu desempenho.

Palavras-chave: co-produto, desempenho zootécnico, glicerol, piscicultura

ABSTRACT

Crude glycerin in diets for tambaqui (*Colossoma macropomum*)

The present study was conducted to evaluate possible levels of total replacement of soybean oil and partially corn in diets for tambaqui (*Colossoma macropomum*) on their growth performance and physiological parameters. The experiment was conducted from November 2012 to February 2013, the Federal University of Tocantins – Campus Araguaína evaluating five levels of crude glycerin (0%; 7,5%; 10%; 12,5% and 15%) and three times ten animals each, totaling 150 animals. The animals were raised in a semi – static and water quality parameters measured weekly to get real control of the environment. The animals received food twice a day at 08:00 and 16:00 by an experimental period of 60 days and 15 days of adaptation to the diet used. As variables were recorded live performance parameters: Specific growth rate, apparent feed conversion, feed efficiency, hepatosomatic index, gain weight and condition factor. After the experimental period, the animals were restrained for measurement of indexes. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) using the program Instat as an aid to Windons and applied the average test Tukey tests for parametric and non – parametric Kruskal – Wallis tests ($p < 0,05$). The only variables that showed statistical difference were the condition factor of the animals, because at the end of the experiment this ratio increased significantly over baseline, raising the energy reserves of the animals. The other variables were not significantly different among the treatments. The use of crude glycerin in the diet of tambaqui can be included up to 15 % without sacrificing performance.

Keywords: animal performance, co - product, fish, glycerol

1 INTRODUÇÃO GERAL

Dentre os países da América do Sul, o Brasil ocupa a segunda posição na produção aquícola, ficando atrás apenas do Chile. A aquícultura comparada às demais atividades de produção animal do país, observa-se que o seu crescimento é superior em 5%, se sobressaindo à produção de aves, suínos e bovinos (BOSCARDIN, 2008).

No Brasil a pesca extrativista continental possui um valor bem significativo, produzindo 243.210 toneladas (22,7% da produção total do pescado), com um valor estimado de R\$ 657.317.490,00 no ano de 2007. Desse total; 57,5% (139.966 toneladas) produzido na região Norte, estimando um valor aproximadamente de 358 milhões de reais (IBAMA, 2007).

Portanto para fazer frente ao elevado consumo e ao aumento da produção de pescado, houve necessidade de intensificar a produção. Para isso é necessário que as exigências nutricionais desses animais sejam atendidas, tanto para proteína quanto para energia, que são os nutrientes mais importantes numa dieta (NEU et al., 2009).

Para a elaboração de uma ração balanceada para peixes são utilizados vários tipos de alimentos, que irão depender de sua disponibilidade e custo na região. Aqueles mais utilizados, geralmente possuem maiores custos, contudo torna-se necessário verificar fontes alternativas alimentares que reduzam o custo sem prejudicar o desenvolvimento dos peixes (BALDISSEROTO; RADUNZ NETO, 2004).

O milho, por ser um alimento energético de alto custo tem sido substituído por alternativas alimentares. O glicerol, classificado como alimento energético e de alta disponibilidade, torna-se uma alternativa alimentar em substituição ao milho e o óleo de soja na ração (DONKIN; DOANE, 2007).

De acordo com Dasari et al. (2005), o glicerol, principal co-produto da produção do biodiesel, corresponde aproximadamente à 10% de todo biodiesel gerado pela indústria. Todavia, há uma preocupação com a acumulação desse no

meio ambiente, tornando necessário estudos alternativos para a sua utilização, além daquela na indústria cosmética (RIVALDI et al., 2007).

Nesse sentido, o emprego do glicerol na alimentação animal, gera produto de alto valor comercial e nutritivo como a carne, o leite e os ovos; por ser precursor dos triglicerídeos, quando combinado aos ácidos graxos, são armazenados na forma de energia (NELSON; COX, 2011). Por outro lado, ele inibe a ação das enzimas fosfoenolpiruvato carboxiquinase e glutamato desidrogenase resultando na economia de aminoácidos gluconeogênicos que favorecem a deposição de proteína corporal (CERRATE et al., 2006).

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de verificar o nível de substituição total do óleo de soja e substituição parcial do milho, em dietas para juvenis de tambaqui, sobre o desempenho zootécnico.

2 CAPÍTULO 01

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

2.1.1 Tambaqui

A espécie *Colossoma macropomum* é originário das bacias Amazônica, Orinoco e afluentes, Teleósteo de água doce, pertence a ordem *Characiformes* e a família *Serrasalminidae*. É uma espécie muito cultivada na região norte do Brasil devido o seu alto valor comercial e potencial produtivo quando criado em sistema intensivo. Possui o hábito alimentar onívoro com tendência a herbívoro, o que lhe dá uma ampla variedade na sua alimentação que vai desde o consumo de frutas, sementes, fito e zooplâncton quando criados em habitat natural, como boa aceitação de rações comerciais quando criados em cativeiros (GÉRY, 1977; ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998; VAL; ROLIM; RABELO, 2000; MELO et al., 2001; SILVA; PEREIRA FILHO; OLIVEIRA-PEREIRA, 2003; SILVA et al., 2007).

Possui alta fecundidade após o terceiro e quarto ano de vida, quando atinge a maturidade sexual, sendo uma das primeiras espécies que se têm estudos suficientes para maneja-lo e cultiva-lo em cativeiro, o que otimiza seus índices zootécnicos através de novas tecnologias, como a reprodução em laboratório, além de possuir bom crescimento, boa resistência a níveis baixos de oxigênio dissolvido e hábito gregário (SAINT-PAUL, 1986; ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998).

2.1.2 Alimentos alternativos

A alimentação representa 70% dos custos nos sistemas de produção animal (PEZZATO et al., 2000), o que torna limitante a criação de animais para os pequenos produtores (RABELLO et al., 2004). Do crescimento da aquicultura no mundo veio a necessidade do emprego de alimentos alternativos, com a finalidade de tornar mais eficiente a utilização de co-produtos de indústria e reduzir o custo produtivo nos sistemas de criação animal. O estudo desses tipos de alimentos é importante, pois eles dão subsídio para a produção de rações, reduzindo os custos, mantendo a qualidade nutricional da ração e proporcionando valores de desempenho produtivo animal equivalente à rações formuladas com alimentos convencionais, como o milho e soja (MEURER; HAYASHI; SOARES, 2000).

Aliada ao baixo custo e bons valores nutricionais, a composição das rações animais permitem ganhos significativos das suas variáveis de desempenho (RAMOS et al., 2010). Nessa tentativa de reduzir custos com a alimentação é cada vez mais significativo a utilização de co-produtos agroindustriais em substituição total ou parcial na dieta de animais (GUIMARÃES et al., 2008). Entretanto, é se fundamental importância o conhecimento do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes do co-produto para formulação de rações mais precisas e econômicas (PEZZATO et al., 2009; NEU et al., 2010).

Dentre os alimentos alternativos utilizados podemos citar algumas tortas, farinhas e co-produtos industriais como o glicerol (Neu et al, 2012), raspa de mandioca (MICHELAN et al., 2007), farelo de babaçu (CARNEIRO et al., 2009), farinha do mesocarpo do babaçu (MIOTTO et al., 2012) entre outros.

2.1.3 Biodiesel

A utilização de energia de fontes não renováveis e recursos fósseis provocaram inúmeros danos ao ambiente, como: o desaparecimento dos recursos minerais e a poluição ambiental. Devido a esses fatores, é de muita valia as pesquisas sobre o desenvolvimento de fontes de energia renováveis, e uma das principais alternativas energéticas, economicamente viável, são os biocombustíveis, dentre eles o biodiesel emite menos gases poluentes na sua combustão, reduzindo a poluição ambiental (XAVIER et al., 2007).

Segundo a Agência Nacional do Petróleo (2012), em conformidade com a Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005, o biodiesel pode ser definido como um combustível renovável e biodegradável, composto de alquil ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, derivado de óleo vegetal ou de gordura animal, podendo ser considerado como um produto energético limpo e sustentável.

O biodiesel é obtido por meio de três processos distintos, o craqueamento catalítico, a esterificação e a transesterificação, sendo esse último o mais comum (COSTA; OLIVEIRA, 2006).

A transesterificação de óleos e gorduras com álcoois, é obtida através da catálise básica ou ácidas, que os transformam em pequenas moléculas de ésteres

de ácidos graxos, tendo como subproduto desse processo a glicerina bruta com 80 à 95% de glicerol (WANG et al.,2001; LEMKER, 2006; EXPEDITO, 2003). Esse processo pode ser melhor entendido no esquema abaixo:

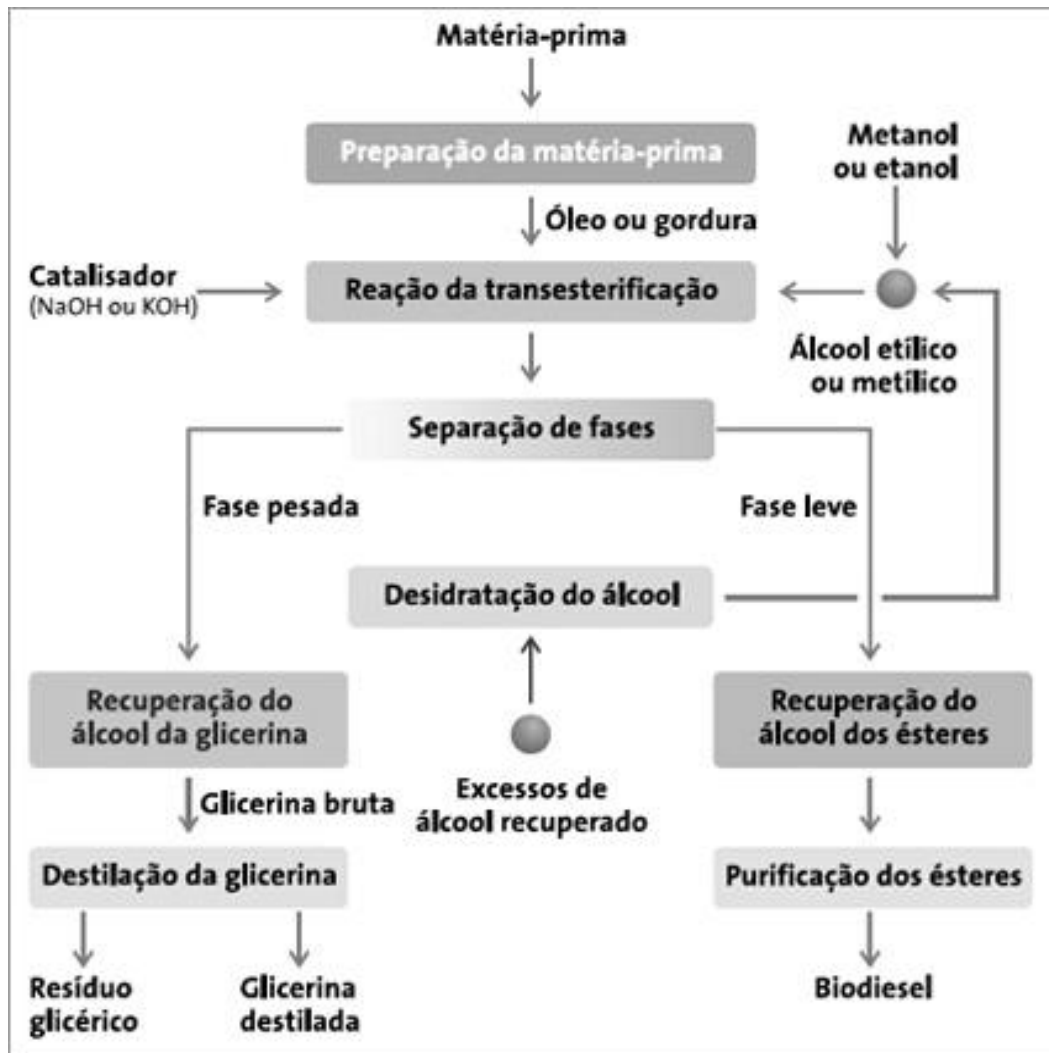


Figura 1: Processo de obtenção do biodiesel a partir da transesterificação.

Fonte: <http://www.tnsustentavel.com.br/biodiesel>

Segundo a Agência Nacional do Petróleo (2008) o Brasil produziu aproximadamente 350 milhões de litros de biodiesel em 2007, e cerca de 38 milhões de litros de glicerina bruta. De acordo com Thompson; He (2006), para cada litro de biodiesel produzido são gerados 79 gramas de glicerina (glicerol bruto), que pode ser utilizada pra outros fins comerciais, como a alimentação animal.

Após a purificação da glicerina, o seu emprego pela indústria se destaca nos setores de alimentos, bebidas e cosmético (PERES et al., 2005). E utilizado como

agente crioprotetor para microrganismos, além de possuir inúmeras outras aplicações como a substituição de carboidratos tradicionais como glicose, sacarose e amido como agente fermentativo industrial (SILVA et al., 2009), porém essa purificação é um processo muito complexo e de alto custo (DINIZ, 2005). Outra possibilidade viável de uso da glicerina é como óleo combustível, porém a sua queima libera um composto tóxico, a acroleína, tornando um problema ambiental que inviabiliza esse processo (FAIRBANKS, 2009).

Após estudos sobre a glicerina, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2010 autorizou a sua utilização como insumo na alimentação animal, desde que atenda os padrões mínimos de qualidade; glicerol mínimo de 800g/kg de glicerina, umidade máxima de 130g/kg de glicerina, metanol máximo de 150 ppm, sódio e matéria mineral (valores que variam de acordo com o processo produtivo do biodiesel).

2.1.4 Glicerol

Segundo a IUPAC (1997), o glicerol, também conhecido por 1, 2, 3 propanotriol é um álcool, sua fórmula molecular $C_3H_8O_3$. Normalmente os produtos comerciais possuem menos que 95% de glicerol na sua composição, sendo conhecida por um novo termo, a glicerina. Essa é gerada pelo processo de transesterificação e possui na sua composição aproximadamente 80% de glicerol, além de álcool, água e um pouco de biodiesel (MOTA; SILVA; GONÇALVES, 2009).

Segundo Holtkamp, Rotto e Garcia (2007), a glicerina oriunda da produção do biodiesel contém aproximadamente 85% de glicerol, 10% de água e de 3 à 7% de sais na sua composição, possuindo uma energia bruta na faixa de 3600 a 3750 kcal/kg. Dependendo do processo de purificação da glicerina, o valor energético pode ser de 4305 kcal/kg de energia bruta.

O glicerol, por ser um ingrediente viscoso, além de servir como fonte energética na alimentação animal, pode ser utilizado para melhorar a qualidade dos peletes da ração. A inclusão de glicerol na dieta de suínos melhorou a qualidade dos peletes e reduziu o custo energético da ração, sendo os melhores resultados a inclusão de 3 e 6% de glicerol (GROESBECK et al., 2008).

De acordo com Carvalho et al. (2011), a glicerina pode ser encontrada em duas formas: Na forma “Loira” (baixo conteúdo de ácidos graxos), onde ele é semipurificado e neutralizado, e/ou na forma “Bruta” (alto conteúdo de ácido graxo) obtida logo após o processo de transesterificação.

2.1.5 Metabolismo do glicerol

Componente nutricional da gordura dietética (triglicerídeos), a digestão do glicerol acontece no lúmen intestinal com a participação das secreções pancreáticas e biliares. A enzima lipase pancreática promove a lise dos monoglicerídeos formando ácidos graxos livres e glicerol, logo após a lise as secreções biliares emulsificam as gorduras facilitando a absorção no intestino delgado (DOZIER et al., 2008).

Os ácidos graxos de cadeia curta e o glicerol são absorvidos por difusão para a corrente sanguínea, já os ácidos graxos de cadeia longa são emulsificados pelos sais biliares formando as micelas, que por sua vez atua como veículo de absorção dos monoglicerídeos. Para entrar na célula esses ácidos graxos de cadeia longa são unidos ao grupamento Acil-Coenzima A e reesterificados para triglicerídeos, onde se associam ao colesterol, aos ésteres de colesterol, aos fosfolípidios e as pequenas proteínas, formando assim os quilomícrons que são transportados através do sistema linfático para os tecidos, onde a gordura é utilizada. Em monogástricos, com exceção dos ratos, a glicerina consumida é absorvida por via paracelular nos enterócitos por difusão passiva no intestino delgado (KATO et al., 2005).

Independente de como o glicerol é absorvido pelo organismo, ele chega ao fígado por meio da veia porta atuando assim como precursor gliconeogênico (LIN, 1977) e oxidado para a produção de energia pela via glicolítica e ciclo de Krebs (ROBERGS; GRIFFIN, 1998).

2.1.6 Glicerol na alimentação animal

Neu et al. (2012) utilizando glicerol na alimentação de juvenis de tilápias do Nilo verificou que os animais aproveitaram eficientemente o glicerol, demonstrando

que pode ser introduzido em dietas práticas para peixes até o nível de 10% sem causar danos aos animais.

Lammers et al. (2007), realizaram experimento com suínos (machos e fêmeas) de 7,9 Kg alimentados com dietas contendo 0, 5 e 10% de glicerina bruta e concluíram que a glicerina bruta pode ser utilizada na alimentação de suínos, sem alterações no seu desempenho. Doppenberg e Van Der Aar (2007) propuseram que a glicerina acrescentada à dieta de terminação aumentou a capacidade dos suínos em reter umidade da carne na carcaça.

Cerrate et al. (2006), incluíram níveis crescentes (0; 2,5; 5 e 10%) de glicerina bruta na dieta de frangos da linhagem Cobb 500 e verificaram que os tratamentos não afetaram o desempenho desses frangos até aos 14 dias de idade. Porém, após os 14 dias promoveu uma redução no rendimento de carcaça, quando comparado ao outros níveis de inclusão.

Estudos conduzidos por Guerra et al. (2011) com frangos de corte da linhagem Cobb verificaram que dos níveis de glicerina bruta mista testados (0; 2; 4; 6; 8 e 10%) o nível que teve um melhor desempenho foi o de 5% encontrado através de uma regressão. Após esse nível os animais tiveram o seu desempenho prejudicado, e aumento no volume das excretas, deixando a cama mas úmida e prejudicando o sistema de criação.

Fernandes et al. (2010) analisaram diferentes níveis (40; 60 e 80g/Kg) de inclusão do glicerol purificado na dieta de frangos de corte durante todo o período de criação e concluíram que esses níveis podem ser utilizados durante todo o ciclo de produção sem comprometer o desempenho das aves.

Swiatkiewicz e Koreleski (2009), incluíram 0; 20; 40 e 60g/Kg de glicerina bruta em dietas de poedeiras e também não observaram nenhum efeito negativo no desempenho das aves e na qualidade dos ovos. Entretanto, Silva et al. (2010) ao incluírem 25; 50; 75 e 100g/Kg de glicerina bruta na dieta de frangos de corte verificaram uma diminuição na produtividade, ganho de peso e viabilidade das aves.

2.1.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS. **Biodiesel**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Rio de Janeiro 2008, 221 p.

ARAÚJO-LIMA, C.; GOUDLDING, M. **Os frutos do tabaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**. Brasília: MCT-CNPq, 1998.

BALDISSEROTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de jundiá**. Santa Maria: Editora UFSM, 2004. 232p.

BOSCARDIN, N. R. A produção aquícola brasileira. In: OSTRENSKY, A.; BORGUETTI, J. R.; SOTO, D. (Editores.) **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 2008, Cap. 1, p.27-72.

CARNEIRO, A. P. M.; PASCOAL, L. A. F.; WATANABE, P. H.; SANTOS, I. B.; LOPES, J. M.; ARRUDA, J. C. B. Farelo de babaçu em rações para frango de corte na fase final: Desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. v. 10, n. 1, 2009.

CARVALHO, P. L. O. Glicerina bruta na alimentação de suínos. 2011. 109f. Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2011. 109p.

CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z.; COTO, C.; SAKAKLI, P.; WALDROUP, P. W. Evaluation of Glycerine from Biodiesel Production as a Feed Ingredient for Broilers. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 11, p.1001-1007, 2006.

COSTA, B. J.; OLIVEIRA, S. M. M. de. **Produção de biodiesel**. Dossiê técnico. Curitiba: TECPAR, 2006. 27p. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/dossies-tecnicos>>.

DASARI, M. A.; KIATSIMKUL, P. P.; SUTTERLIN, W. R.; SUPPES, G. J. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, EUA, v. 281, n.1, p. 225-231, 2005.

DINIZ, G. De coadjuvante a protagonista: glicerina bruta obtida na produção de biodiesel pode ter muitas aplicações. **Ciência Hoje On-line**, Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/3973>>.

DONKIN, S. S.; DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2007. Ft. Wayne. **Proceedings...** The Ohio State University, Michigan State University, Purdue University, p. 97-103, 2007.

DOPPENBERG, J.; VAN DER AAR, P. The nutritional value of biodiesel by-products: Parte 2 Glycerine. **Feed Business Asia**, p. 42-43, 2007.

DOZIER, W. A.; KERR, B. J.; CORZO, A.; KIDD, M. T.; WEBER, T. E.; BREGENDAHL, K. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Jornal Poultry Science**, v.87, p.317-322, 2008.

EXPEDITO, J. S. **Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Rede Baiana de Biocombustíveis, Salvador - BA, 2003.

FERNANDES, E. A.; MACHADO, C. A.; FAGUNDES, N. S.; FRANÇA, A. M. S.; RAMOS, G. C. Inclusão de glicerol purificado em dietas de frangos de corte [cd-rom]. **Anais...** Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola 2010. Santos, SP. Brasil. Campinas: FACTA; 2010.

FAIRBANKS, M. Glicerina. **Revista Química e Derivados**, n.487, 2009.

GERY, J. **Characoids of the word**. Neptune: Tropical Fish Hobbyist, 1977. 672p.

GROESBECK, C. N.; MCKINNEY, L. J.; DEROUCHÉY, J. M.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; DITRIZ, S. S.; NELSEN, J. L.; DUTTLINGER, A. W.; FAHRENHOLZ, A. C.; BEHNKE, K. C. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. **Journal of Animal Science**, Manhattan, v.86, p. 2228-2236, 2008.

GUERRA, R. L. H.; MURAKAMI, A. E.; GARCIA, A. F. Q. M.; URGNANI, F. J. MOREIRA, I.; PICOLI, K. P. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias), **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.1038-1050, 2011.

GUIMARÃES, I. G.; MIRANDA, E. C.; RIBEIRO, V. L.; MARTINS, G. P.; MIRANDA, C. C. Farinha de camarão em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p. 140-149, 2008.

HOLTKAMP, D.; ROTTO, H.; GARCIA, R. Economic cost of major health challenges in large us swine production systems – Part 2. **Swine News**, North Carolina State University, v. 30, n. 4, 2007.

IBAMA - INSTITUTO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS. **Estatística da Pesca 2007: Brasil**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/recursos-pesqueiros/wp-content/files/estatistica_2007.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2011.

IUPAC. **Compendium of chemical terminology**. 2.ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1997. p.1351. Disponível: <<http://www.iupac.org/publications/compendium/index.html>>. Acesso em: 25 abr. 2010.

KATO, T.; HAYASHI, Y.; INOUE, K.; YUASA, H.; Glycerol Absorption by Na Dependent Carrier Mediated Transport in the Closed Loop of the Rat Small Intestine. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**. v.28, n.3, p.553-555, 2005.

LAMMERS, P.; HONEYMAN, M.; KERR, B. J.; WEBER, T. E.; DOZIER, W. A.; KIDD, M. T.; BREGENDAHL, K. Growth and performance of nursery pigs fed crude glycerol. Ames: **Iowa State University Animal Industry Report**, 2007.

LEMKE, D. Volumes of versatility. **Auri Ag Innovation News**, v.15, n.1, p.8, 2006. Disponível em: <<http://www.auri.org/agnews/AURI-01-2006.pdf>>. Acesso em: 16 de julho de 2011.

LIN, E. C. C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review Biochemistry**, v.46, p.765-795, 1977.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Ministério da agricultura autoriza novo uso da glicerina. 2010. Disponível em: http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=972&Itemid=1.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tabaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas**. Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 25p.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, W. R. Utilização de levedura *spray dried* na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.479-484. 2000.

MICHELAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A. C.; MARTINS, E. N.; FARIAS, H. G.; ANDREAZZI, M. A. Utilização da raspa integral de mandioca na alimentação de coelhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n. 5, 2007.

MIOTTO, F. R. C.; RESTLE, J.; NEIVA, J. N. M.; MARCIEL, R. P.; FERNANDES, J. J. R. Consumo e digestibilidade de dietas contendo níveis de farelo do mesocarpo de babaçu para ovinos. **Revista Ciência Agronômica**. v. 43, n. 4, 2012.

MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. X. ; GONÇALVES, V. L. C.. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 639-648, 2009.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios da bioquímica**. 5ª ed. São Paulo: Editora Sarvier, 2011. 1304p.

NEU, D. H.; FURUYA, W. M.; YAMASHIRO, D.; BITTENCOURT, F.; MORO, E. B.; FERNANDES, D. R. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Glicerol na dieta de alevinos de tilápias do Nilo, **Revista Agrarian**, v.5, n.17, p.288-294, 2012.

NEU, D. H.; FURUYA, W. M.; BOSCOLO, W. R.; LUI, T.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F. Valores de energia digestível de diferentes fontes de glicerol para a tilápia do Nilo. In: 47º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Resumos...** Salvador: UFBA, 2010.

NEU, D. H.; FURUYA, W. M.; BOSCOLO, W. R.; POZZER, R. F.; SILVA, D. M.; FEIDEN, A. Desempenho produtivo de juvenis de tilápias do Nilo (*Oreochromis*

niloticus) alimentados com rações contendo diferentes níveis de glicerol. In: II Simpósio Nacional de Engenharia de Pesca, 2009, Toledo. **Anais...** Toledo: Unioeste, 2009.

PERES, J. R. R.; FREITAS JUNIOR, E.; GAZONNI, D. L. Biocombustíveis. Uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, v. 1, p. 31-41, 2005.

PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. Valor nutritivo dos alimentos utilizados na formulação de rações para peixes tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.43-51, 2009.

PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, A. C.; FURUYA, W. M. Valor nutritivo do farelo de coco para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 22, n. 3, p. 695-699, 2000.

RABELLO, C. B.; AZEVEDO, C. B.; SIMÃO, B. R.; MAIA, E. P.; COSTA, M. P.; CAVALCANTE, C. R. Utilização da farinha do cefalotórax de camarão na ração de alevino de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: 41^o Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Campo Grande: **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.

RAMOS, A. P. S.; BRAGA, L. G. T.; CARVALHO, J. S. O.; OLIVEIRA, J. R.; AZEVEDO, R. V. Digestibilidade de coprodutos agroindustriais para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) de 200g. In: 47^o Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Resumos...** Salvador: UFBA, 2010.

RIVALDI, J. D.; SARROUH. B. F.; FIORILO, R.; SILVA, S. S. Glicerol de biodiesel: Estratégias biotecnológicas para o aproveitamento do glicerol gerado da produção de biodiesel. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. Ano X, n. 37, 2007.

ROBERGS, R. A.; GRIFFIN. S. E. Glycerol: biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Journal Sports Medicine** n.26, p.145-167, 1998.

SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of South American fresh water fishes: a review. **Aquaculture**, Baton Rouge, v. 54, p. 205-240, 1986.

SILVA, C. L. S.; MENTEN, J. F. M.; PEREIRA, R.; SANTAROSA, J.; ZAVARIZE, K. C.; TRALDI, A. B. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo níveis crescentes de glicerina. In: Conferência Anpinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2010, Santos. **Anais...** Santos: Fundação apinco, 2010.

SILVA, R.; HARAGUCHI, S. K.; MUNIZ, E. C.; RUBIRA, A. F. Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos. **Química Nova**, v.32, n.3, pp. 661-671, 2009.

SILVA, J. A. M. da; PEREIRA FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com

enzimas digestivas exógenadas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). *Acta Amazonica*, vol. 37, p. 157-164, 2007.

SILVA, J. A. M. da; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. 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**, v32, n.6, p. 1815-1824, 2003.

SWITKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. Effect of crude glycerin level in the diet of laying hens on egg performance and nutrient utilization. **Journal Poultry Science**, v.88, n.3, p.615-619, 2009.

THOMPSON, J. C.; HE, B. B. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstock. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 22, n. 2, p. 261-265, 2006.

VAL, A. L.; ROLIM, P. R.; RABELO, H. **Situação atual da aqüicultura no Norte**. Pags. 247-266. Em: Valenti, W.C.; Poli, C.R.; Pereira, J.A.; Borghetti, J.R. (Eds.). *Aqüicultura no Brasil. Bases para um desenvolvimento sustentável*. CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, Brasil, 2000.

WANG, Z. X.; ZHUGE, J.; FANG, H.; PRIOR, B. A. Glycerol production by microbial fermentation: A review. In: **Biotechnology Advances** v.19, pp. 201-223, 2001.

XAVIER, D.; VALANCA, M. B.; PASCOAL, E.; MEDEIROS, N.; LUCENA, S. Nova aplicação da glicerina a partir do biodiesel. Artigo, Pernambuco, 2007. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/rede_arquivos/coprodutosII.htm>

3 CAPÍTULO 02 – Desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta.

RESUMO: Esse estudo verificou o nível de glicerina bruta em substituição total do óleo de soja e parcial do milho em dietas de juvenis de tambaqui sem que ingrediente interfira no desempenho zootécnico desses animais. O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Tocantins, avaliando cinco níveis de inclusão da glicerina bruta em substituição total do óleo de soja e parcial do milho (0%; 7,5%; 10%; 12,5% e 15%) em 3 repetições com 10 animais cada, totalizando 150 juvenis de tambaqui. Esses animais foram alimentados com as rações experimentais por um período de 75 dias (15 dias de adaptação e 60 dias experimental), ao final desse período os animais foram contidos para a mensuração dos valores do desempenho zootécnico dos animais (taxa de crescimento específico, conversão alimentar aparente, eficiência alimentar, índice hepatossomático, ganho de peso e fator de condição). Durante o período experimental não houve mortalidade e de todos os índices avaliados; apenas para fator de condição do animal houve diferença significativa, quando se comparou os períodos inicial e final do experimento, ou seja, os animais aumentaram significativamente a quantidade de suas reservas energéticas no período final do experimento. A inclusão de até 15% de glicerina bruta, em dietas de tambaqui em substituição total do óleo de soja e parcial do milho, pode ser utilizada sem prejudicar o desempenho zootécnico da espécie estudada.

Palavras-chave: biodiesel, eficiência alimentar, fator de condição, glicerol, taxa de crescimento específico

3.1 INTRODUÇÃO

O tambaqui, *Colossoma macropomum*, possui hábitos gregário e alimentar onívoro (SIQUEIRA-SOUSA et al., 2006 e SILVA et al., 2007). De acordo com Almeida et al. (2006), sua carne, além de saborosa, possui boa aceitação no mercado e, quando estocada adequadamente, possui vida útil de 43 dias.

Segundo VAL et al. (2000) e MELO; IZEL; RODRIGUES (2001), o tabaqui possui excelente desempenho produtivo no sistema intensivo de criação, sendo a mais cultivada na região norte do Brasil.

Nesse sentido, vários trabalhos apontam o glicerol como fonte alternativa de energia em substituição ao milho das rações. Investigações de Lammers et al. (2008a) e Lammers et al. (2008b) indicam o glicerol como concentrado energético para suínos e aves, respectivamente, além de possuir preços baixos em relação ao do milho.

De acordo com Dozier et al. (2008) o glicerol possui alta absorvibilidade e de forma passiva, ao contrário de outras fontes energéticas, (óleos e gorduras) que requerem a formação de micelas para que seus constituintes em ácidos graxos sejam absorvidos.

O aproveitamento dos alimentos pelo trato digestivo do animal é decorrente da digestibilidade e biodigestibilidade de seus nutrientes (SILVA; PEREIRA FILHO; OLIVEIRA-PEREIRA, 2003). Entretanto, no intuito de reduzir o custo de produção, os alimentos alternativos, além de serem testados em ensaios experimentais, para identificação de sua qualidade nutricional, deve-se levar em conta sua disponibilidade, preço e nível de inclusão na ração (BELLAVÉR, 2008).

O uso da glicerina na alimentação animal vem sendo cogitada devido a disponibilidade desse coproduto e a possibilidade na alimentação animal como ingrediente que corrobora com bons índices de desempenho e baixo custo. Não consta na literatura o uso desse componente em peixes neotropicais, o que despertou o interesse na utilização desse co-produto na dieta de peixes nativos, como o tabaqui. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar níveis de glicerina bruta na dieta de juvenis de tabaqui sobre o desempenho zootécnico desses animais.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins – UFT, Campus de Araguaína – TO. Conduzido no Laboratório Morfofisiologia e bioquímica de peixes neotropicais – , no período de novembro de 2012 a fevereiro de 2013.

Foram utilizados 150 juvenis de tambaqui (**Figura 1**) com peso inicial total médio de $17,07 \pm 6,07g$, distribuídos em 15 caixas de fibra com capacidade de 1000 litros (cinco tratamentos e três repetições e 10 animais por caixa d'água), com aeração constante por meio de um compressor de ar e troca de água constante. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados.

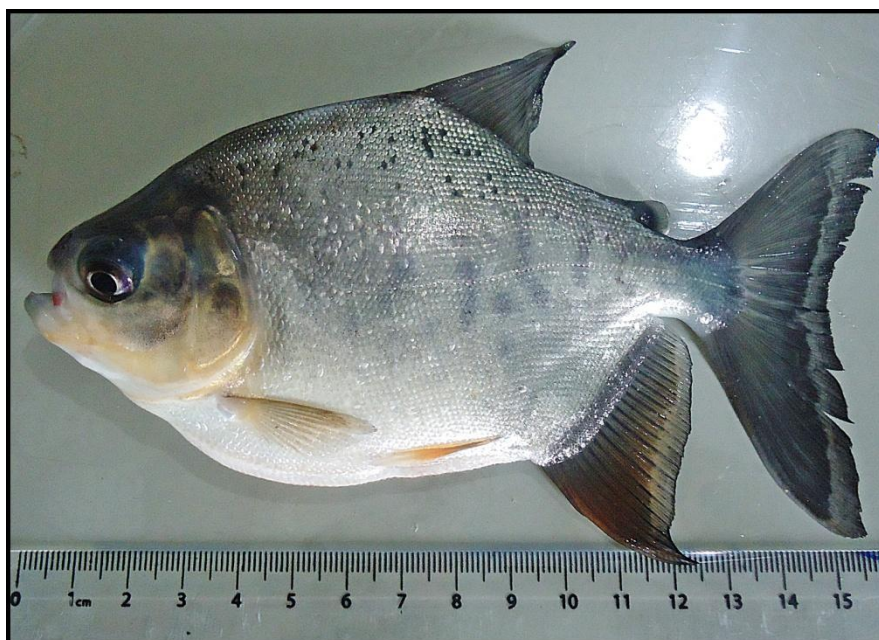


Figura 1. Tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Fonte: Arquivo pessoal

Os tratamentos consistiram de cinco rações experimentais; sendo quatro com níveis de inclusão (7,5%; 10%; 12,5%; 15%) de glicerina bruta em substituição do óleo de soja e um tratamento controle como referência (sem inclusão de glicerina) (**Tabela 1**). Os ingredientes foram moídos em moedor de moinho e peletizados em moedor de carne (**Figura 2**). Os peixes eram alimentados duas vezes ao dia (8h00 e 17h00), até a saciedade aparente ao um período de 60 dias de experimento e mais 15 dias de adaptação.

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais com diferentes níveis de glicerina bruta para juvenis de Tambaqui.

INGREDIENTES	Níveis de inclusão				
	0	7,5%	10%	12,5%	15%
Fubá de milho	38,80	31,80	29,30	26,8	24,3
Farelo de Soja 45%	40	40	40	40	40
Farinha de carne e ossos 40%	10	10	10	10	10
Farelo de arroz	10	10	10	10	10
Óleo de soja	0,5	0	0	0	0
Glicerina bruta	0	7,5	10	12,5	15
Núcleo ¹	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
	Atendimento				
Proteína bruta (%)	26,46	26,43	26,47	26,44	26,45
Energia Digestível (Kcal/kg)	3127,20	3126,76	3127,65	3128,54	3129,43
Cálcio (%)	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
Fósforo (%)	0,63	0,61	0,62	0,61	0,61

¹ Níveis de micronutrientes por quilograma do produto: Ácido fólico 20,25 mg; Antioxidante 66,15 mg; Cobalto 33,75 mg; Cobre 337,50 mg; Ferro 337,50 mg; Iodo 50,62 mg; Manganês 1350,00 mg; Metionina 1,20 mg; Pantotenato de Cálcio 315,56 mg; Selênio 10,12 mg; Sódio 55,58 mg; Tirosina 810,00 mg; Vit. A 216.000 U.I; Vit. B1 45.56 mg; Vit. B2 135,00 mg; Vit. B6 67,50 mg; Vit. C 600 mg; Vit. D3 50.625,00 U.I; Vit. E 506.25 U.I; Vit. H 2.70 mg; Vit. K3 50,62 mg; Vit. B12 675.00 mcg; Zinco 3375,00 mg..



Figura 2. (A) Moinho. (B) Ração peletizada em moedor de carne.

Fonte: Arquivo pessoal

Os parâmetros de qualidade da água como pH, oxigênio, temperatura e amônia foram aferidos semanalmente, com a finalidade de controlar o ambiente.

Após o período experimental, os peixes foram mantidos em jejum por 24 horas para o esvaziamento do trato gastrointestinal. Após esse período, os animais foram contidos para a realização das medidas individuais com o intuito de obter os dados de desempenho zootécnicos. Na sequência, os animais foram insensibilizados por secção medular, abertos e retirada amostras de tecidos para as análises.

3.2.1 Desempenhos zootécnicos avaliados

Taxa de Crescimento Específico (TCE) – Equivale ao crescimento diário dos animais, obtido em porcentagem. Para seu cálculo, utilizou-se a seguinte expressão formula (1):

$$\frac{\ln p_f - \ln p_i}{t} \quad (1)$$

Sendo: $\ln p_f$ = Logaritimano do peso final
 $\ln p_i$ = Logaritimano do peso inicial
 t = tempo

Conversão Alimentar Aparente (CAA) – Equivale à quantidade de ração necessária para o animal ganhar 1 kg de peso vivo formula (2).

$$\frac{\text{Ganho de Peso}}{\text{Ração Consumida}} \quad (2)$$

Eficiência Alimentar (EA) – A Eficiência alimentar é o ganho de peso médio por peixe no grupo, dividido pelo consumo médio de ração por peixe. Trata-se da eficiência que o animal teve para converter a ração consumida em peso vivo formula (3).

$$\frac{\text{Ganho de Peso}}{\text{Ração Consumida}} \quad (3)$$

Índice Hepatossomático (IH) – É a relação entre o peso total do fígado e o peso total do peixe. Este índice é obtido de acordo com a seguinte formula (4):

$$\frac{\text{Peso do Fígado}}{\text{Peso Total do Peixe}} \quad (4)$$

Ganho de Peso (GP) – É o peso final do animal menos o peso inicial do animal. Esse cálculo é obtido pela seguinte formula (5):

$$\text{GP} = \text{PF} - \text{PI} \quad (5)$$

Fator de condição (FC) – O fator de condição mede indiretamente o estado fisiológico do animal, em relação às reservas energéticas armazenadas, tais como glicogênio hepático e gordura corporal. Para sua determinação, usou-se a seguinte fórmula (6):

$$\frac{\text{Peso}}{\text{Comprimento}^3} \quad (6)$$

3.2.2 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e regressão, utilizando o Programa Instat para Windows, quando observado diferenças significativas ($p < 0,05$) foram aplicados o teste de média Tukey nos testes paramétricos e nos testes não-paramétricos o teste de Kruskal-Wallis.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença nas variáveis ambientais quantificadas durante o experimento. Os valores médios para os parâmetros de qualidade da água registrados durante o período experimental estão expostos na Tabela 2. Os valores obtidos de oxigênio dissolvido, temperatura, condutividade, pH e amônia mantiveram-se dentro dos padrões recomendáveis para o cultivo de peixes de clima tropical.

Tabela 2 – Parâmetros de qualidade da água durante o período experimental.

Parâmetros	Cont.	Trat. 1	Trat. 2	Trat.3	Trat.4
<i>PH</i>	6,7 ± 0,43	6,8± 0,53	6,5± 0,25	6,6± 0,33	6,4± 0,73
<i>Oxigênio dissolvido (mg/L)</i>	7,5 ± 0,16	7,1± 0,93	7,3± 0,65	7,6± 0,44	7,2± 0,13
<i>Temperatura (°C)</i>	26,2 ± 0,13	26,74 ± 0,06	27,1± 0,09	25,56 ± 0,2	27,78 ± 0,71
<i>Amônia (mg/L)</i>	0,75 ± 0,46	0,92 ± 0,78	1,02 ± 0,96	0,98 ± 0,59	1,25 ± 0, 87

¹ Valores seguidos de médias e desvios padrões.

Durante todo o período experimental não houve mortalidade de animais em nenhum dos tratamentos estudados. Neu et al. (2012) constataram mortalidade de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com glicerol. Os maiores valores de mortalidade foram nos níveis de 7,5% seguido pelo de 2,5%, e o maior nível de sobrevivência foi no tratamento que não recebeu nenhuma adição de glicerol (grupo controle: cerca de 70%).

Comparando os índices zootécnicos não houve diferença significativa em praticamente todos os índices. Os valores obtidos nas análises da Taxa de crescimento específico, da conversão alimentar, da eficiência alimentar, do índice

hepatossomático e do ganho de peso dos animais não diferenciaram estatisticamente (**Figura 3; 4; 5; 6 e 7**), indicando mesmo ritmo de crescimento diário tanto individual quanto o ganho de peso em grupo, com conversão alimentar semelhante durante todo o período experimental. O índice hepatossomático demonstrou que os animais não necessitaram alterar as funções metabólicas do fígado para digerir o ingrediente testado, mesmo sendo alimentados com diferentes tipos de rações (**Tabela 3**).

Tabela 3. Taxa de crescimento específico (TCE), conversão alimentar aparente (CAA), eficiência alimentar (EA), índice hepatossomático (IH) ganho de peso e fator de condição inicial (FCI) e final (FCF) de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta.

Glicerina Bruta (%)	0	7,5	10	12,5	15
TCE (%)	1,59 ± 0,4 a	1,59 ± 0,39 a	1,52 ± 0,36 a	1,51 ± 0,04 a	1,47 ± 0,17 a
CAA	1,02 ± 0,06 a	1,27 ± 0,15 a	1,29 ± 0,18 a	1,22 ± 0,3 a	1,53 ± 0,06 a
EA (%)	0,98 ± 0,06 a	0,79 ± 0,09 a	0,78 ± 0,1 a	0,85 ± 0,18 a	0,87 ± 0,49 a
IH (%)	0,015 ± 0,004 a	0,019 ± 0,003 a	0,017 ± 0,003 a	0,016 ± 0,008 a	0,017 ± 0,003 a
GP (%)	36,88 ± 10,45 a	38,15 ± 14,92 a	34,09 ± 11,58 a	33,43 ± 11,39 a	37,96 ± 18,71 a
FCI (g/cm)	1,97 ± 0,14 aB	1,99 ± 0,15 aB	1,97 ± 0,29 aB	1,64 ± 0,18 aB	2,19 ± 0,25 aB
FCF (g/cm)	3,86 ± 0,53 aA	4,26 ± 0,9 aA	3,64 ± 0,43 aA	3,9 ± 0,51 aA	4,63 ± 0,84 aA

*Letras minúsculas iguais não diferem na mesma linha

**Letras maiúsculas diferentes diferem na mesma coluna

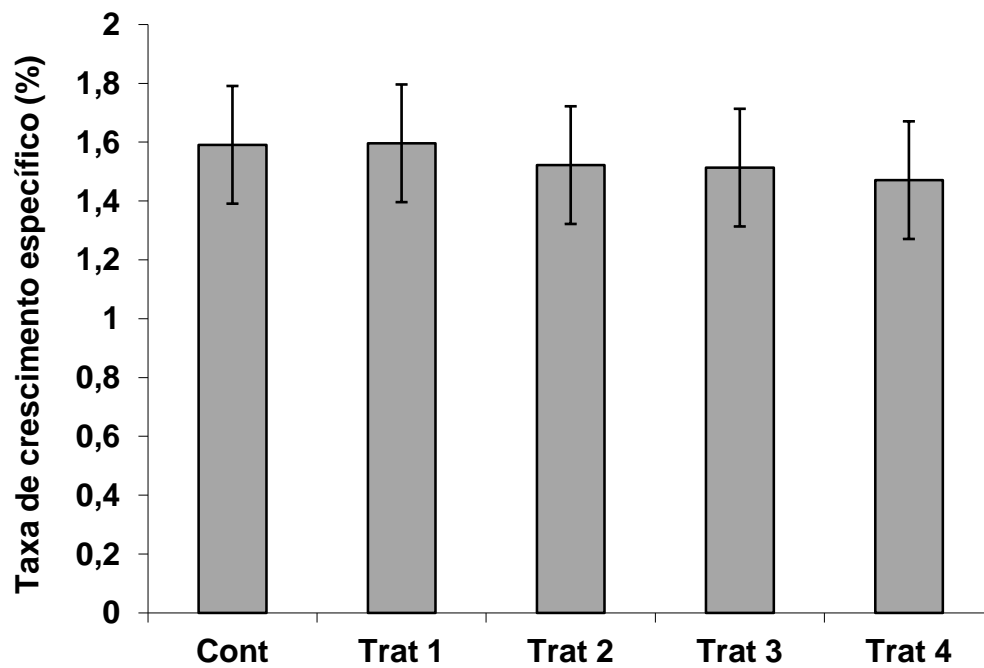


Figura 3. Taxa de crescimento específico dos juvenis de Tambaqui alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta (0%; 7,5%; 10%; 12,5% e 15%).

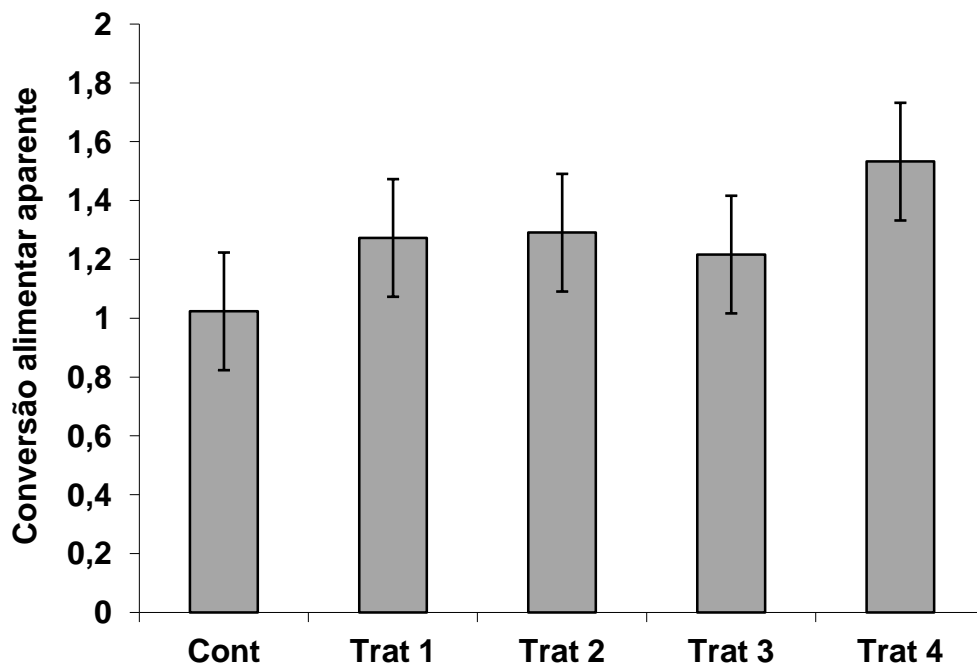


Figura 4. Conversão alimentar aparente dos juvenis de Tambaqui alimentados com níveis crescentes de Glicerina bruta (0%; 7,5%; 10%; 12,5% e 15%).

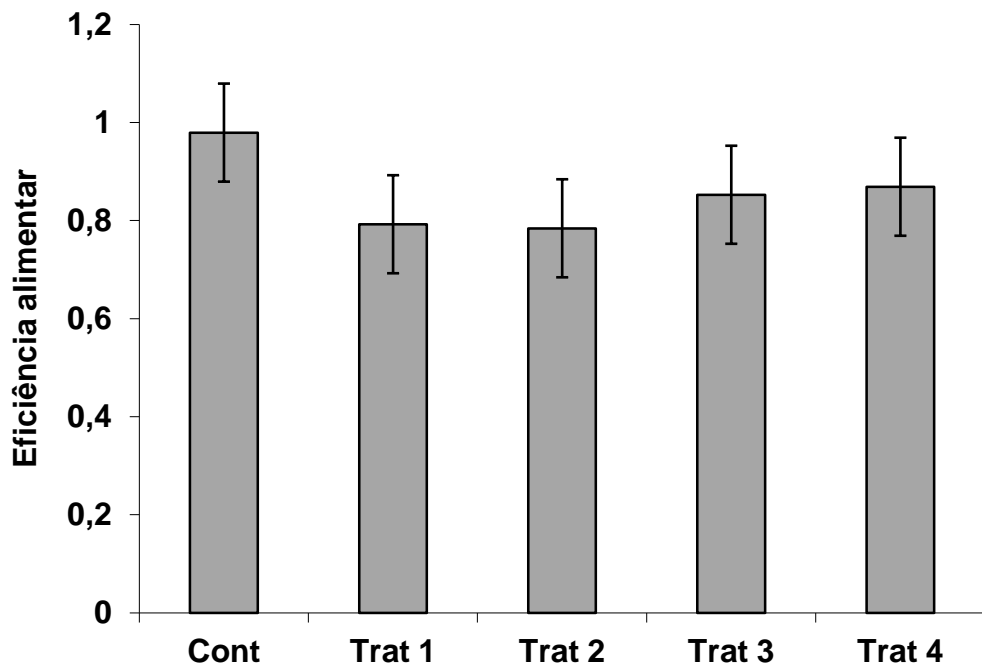


Figura 5. Eficiência alimentar dos juvenis de Tambaqui alimentados com níveis crescentes de Glicerina bruta (0%; 7,5%; 10%; 12,5% e 15%).

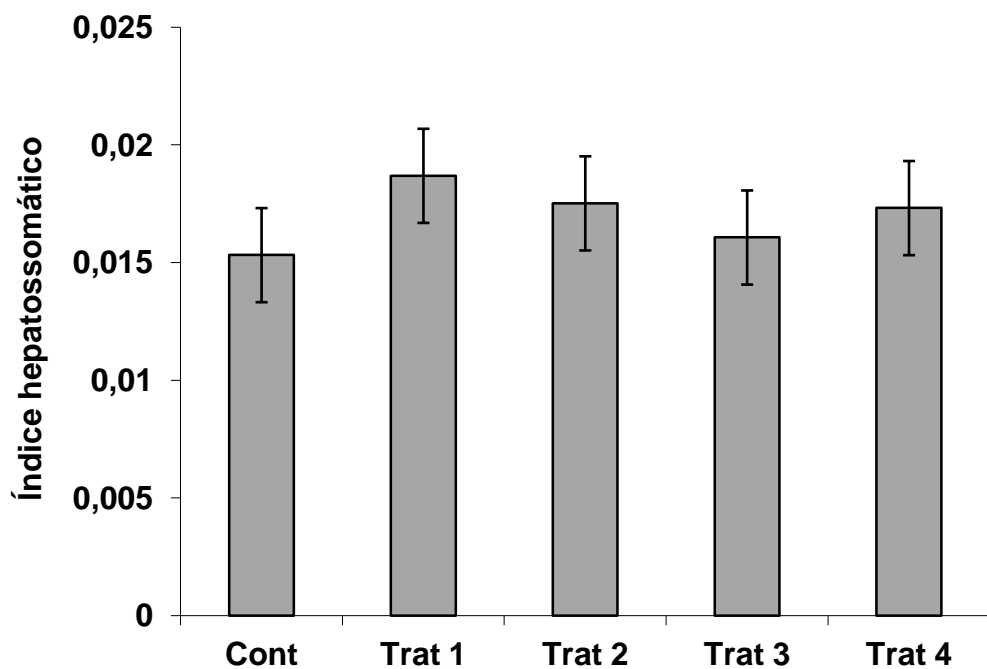


Figura 6. Índice hepatossomático dos juvenis de Tambaqui alimentados com níveis crescentes de Glicerina bruta (0%; 7,5%; 10%; 12,5% e 15%).

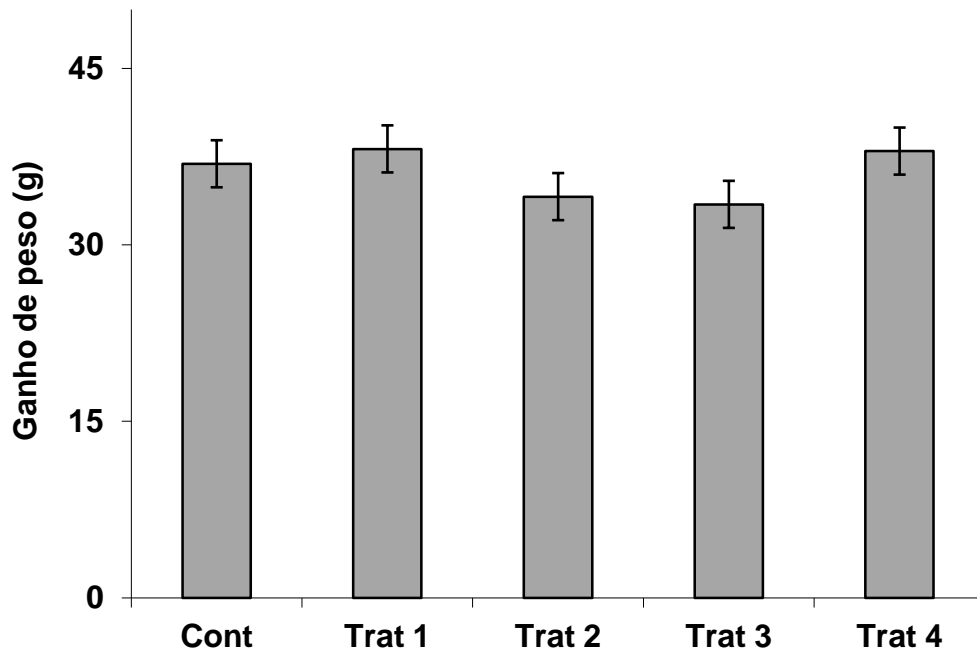


Figura 7. Ganho de peso dos juvenis de Tambaqui alimentados com níveis crescentes de Glicerina bruta (0%; 7,5%; 10%; 12,5% e 15%).

Menton; Singer; Hilton (1986), testando glicerol como fonte de energia em dietas de truta arco-íris, verificaram que pode ser incluídos níveis de até 12% em substituição ao farelo de trigo em dietas de baixo nível energético, não afetou o crescimento dos peixes, a conversão alimentar e a composição da carcaça.

Estudos feitos com catfish utilizando glicerina bruta em substituição ao milho verificaram que, níveis de 0, 5 e 10% de glicerina bruta não apresentaram diferenças no consumo alimentar, ganho de peso e taxa de eficiência alimentar. Entretanto os maiores níveis estudados, 15 e 20% de glicerina bruta, apresentaram uma redução no ganho de peso, na eficiência alimentar (Li et al., 2010).

Neu et al. (2012), ao testar o desempenho zootécnico de tilápias do Nilo alimentadas com glicerol verificou que também não houve diferença significativa na taxa de crescimento específico, conversão alimentar, ganho de peso, comprimento final e peso final dos animais. Porém, houve piora na conversão alimentar dos animais estudados, um possível resultado obtido das baixas temperaturas durante o período experimental. Entretanto, Costa (2012) verificou que níveis de até 10% de

glicerol estimulou a deposição de triglicérides no fígado e músculo em dietas de tilápias do Nilo.

Ao trabalhar glicerina bruta em outras espécies de monogástricos, como frangos da linhagem Cobb, Guerra et al. (2011) verificaram um efeito quadrático quando atingiu o nível de 5%, no peso médio aos 42 dias e na conversão alimentar dos animais à medida que foi pior linearmente os níveis de 0 à 10% de inclusão de glicerina bruta na dieta. Portanto, constaram que a glicerina bruta para frangos da linhagem Cobb pode ser incluído na dieta em valores de até 5%.

Batista (2010) testando glicerol vegetal bruto e glicerol vegetal semipurificado para codornas de um aos 14 dias e de 15 aos 35 dias de idade, não observou diferença no consumo de ração e ganho de peso em ambos os tipos de glicerol. Entretanto, a conversão alimentar das aves piorou linearmente com o aumento dos níveis de 0 à 16% de inclusão. Dependendo da viabilidade econômica de ambos os gliceróis testados, estes podem ser incluídos até 16% em dietas de codornas para ambas as fases.

De acordo com Piano (2012) a inclusão de até 12% de glicerina semipurificada mista na dieta de leitões na fase inicial (15 à 30 kg) não prejudicou o seu desempenho zootécnico. Resultado semelhante foi encontrado por Groesbeck et al. (2008) ao incluir até 12% de glicerina bruta em dietas para leitões e não verificaram diferença no índice de conversão alimentar, contudo, observaram que os índices de ganho de peso diário e o consumo diário de ração aumentou linearmente em consideração aos outros níveis de inclusão. Gallego (2012) testando glicerina semipurificada neutralizada para leitões nas fases inicial (15 – 30 kg), crescimento/terminação (30 – 90 kg), sugeriu a utilização de até 14% desse co-produto na ração sem afetar o desempenho e as variáveis plasmáticas do animal.

O uso de glicerol na alimentação animal também foi estudado nas espécies ruminantes. Maciel et al. (2012), incluíram níveis crescentes de 0, 8, 16 e 24% de glicerina bruta na dieta de bezerros mestiços holandês/zebu abatidos aos 60 dias, verificaram que até 24% de glicerina bruta não afetou o desempenho e as características de carcaça desses animais, podendo então ser utilizado esse nível na alimentação de bezerros leiteiros jovens destinados ao abate precoce.

A suplementação com glicerina bruta à 10g/kg de peso vivo animal, também teve bons resultados na ingestão de matéria seca e ganho de peso de bezerros holandeses com idade média de 6,6 meses alimentados com silagem de sorgo. Chilibroste; Elias; Marchelli, (2011), encontraram ganhos similares na suplementação com milho (0,518 kg/dia) e glicerina bruta (0,571 kg/dia), concluindo que esta pode ser feita tanto com milho, quanto pela glicerina.

Napoles (2012), testou níveis de 0, 5 e 10% de glicerina bruta em substituição ao milho em dietas de bezerros machos da raça holandês. Não verificou diferença nas variáveis de consumo e ganho de peso diário. Em estudo com bezerros recém desaleitado de corte, Gunn et al. (2011) testaram os níveis de 0, 15 e 30% de glicerina bruta combinados com grãos secos solúveis de destilaria, e observaram que os níveis reduziram linearmente o consumo de matéria seca, porém os autores sugeriram a substituição do milho pela glicerina pode ser de até 15%.

Lage et al. (2010) concluíram em seu trabalho que a inclusão de até 6% de glicerina bruta na dieta de cordeiros em terminação melhorou a conversão alimentar e reduziu o custo com o ganho de carcaça desses animais.

A glicerina é um co-produto com alto valor energético, e quando testada é substituída pelos os carboidratos e lipídios das rações. Almeida (2010), ao trabalhar com diferentes níveis de carboidrato e lipídio na dieta de tambaqui verificou que a dieta I (30,5% carboidrato e 13,7% de lipídio) foi a que apresentou a melhor taxa de crescimento específico para o tambaqui nas condições de criação do estudo. Trabalhos feitos com alevinos de tambaqui utilizando diferentes níveis de energia e usando como fonte energética o óleo de soja, notou-se ganho médio diário entre 1,32 e 1,61g/dia, sendo superior ao grupo controle (CAMARGO, 1995).

Ao testar a interação de diferentes fontes e níveis de lipídios (óleo de soja e de dendê) na alimentação do híbrido Tambacu (macho *Piaractus mesopotamicus* X fêmea *Colossoma macropomum*), verificaram que não houve diferença quanto as variáveis de desempenho zootécnico peso final, ganho de peso diário, taxa de crescimento e sobrevivência. Entretanto foi observado que houve um comportamento linear crescente nas variáveis de consumo diário de ração, consumo

diário de proteína e conversão alimentar aparente (PEREIRA; AZEVEDO; BRAGA, 2011).

Losenkann et al. (2008) não verificaram diferença estatística na taxa de crescimento e sobrevivência para Jundiá submetidos aos níveis de 5 e 10% de fontes de óleo de canola, arroz ou soja. Melo; Radunz Neto; Silva (2001), testando diferentes fontes de lipídios (óleo de canola, fígado de bacalhau e banha suína) na alimentação de alevinos de Jundiá (*Rhamdia quelen*) demonstrou que não houve diferença estatística nos valores de desempenho dos animais alimentados com essas diferentes fontes de lipídios. Entretanto, os animais alimentados com 10% de óleo de canola foram observados uma tendência de maior média de peso.

O fator de condição do animal foi o único índice de desempenho zootécnico que apresentou diferença significativa entre o período inicial e o período final do experimento, demonstrando assim que o animal modificou as suas reservas de glicogênio hepático e gordura corporal durante o período experimental. Porém não diferenciou entre os tratamentos quando comparados nos mesmos períodos (**Figura 8**).

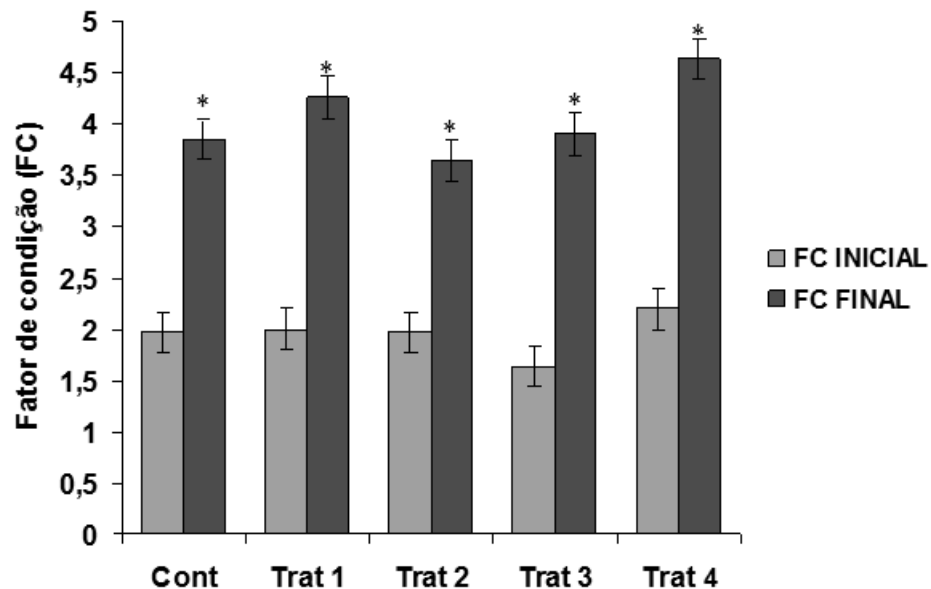


Figura 8. Fator de condição inicial e final dos juvenis de Tambaqui alimentados em doses crescentes de Glicerina bruta (0%; 7,5%; 10%; 12,5% e 15%).

Melo; Radunz Neto; Silva (2001) observaram que o fator de condição de alevinos de Jundiá não foi alterado, quando submetido a dietas com diferentes níveis e fontes de lipídios. Losekann et al. (2008) estudando juvenis de jundiá alimentados com diferentes fontes e níveis de óleos vegetais, verificaram que a deposição de gordura foi maior 25,65% nos animais alimentados com óleo de soja comparados com os animais alimentados com óleo de arroz e superior 133,06% quando comparados com os animais alimentados com óleo de canola, tornando assim o fator de condição maior nos animais alimentados com óleo de soja. Também estudando a mesma espécie, porém em diferente fase (alevinos), Lopes et al. (2006) observaram um efeito linear da variável fator de condição e quanto maior o nível de energia da dieta maior foi verificado o fator de condição dos animais.

3.4 CONCLUSÃO

A inclusão de até 15% de glicerina bruta em dietas de tambaqui pode ser utilizada sem prejuízo ao desempenho zootécnico da espécie. Entretanto, podendo ser estudados níveis maiores de inclusão, afim de encontrar o nível máximo aceito pela espécie.

3.5 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. **Tese de Doutorado** – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2010. 103f.

ALMEIDA, N. M.; BATISTA, G. M.; KODAIRA, M.; LESSI, E. Alterações *post-mortem* em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1288-1293, 2006.

BATISTA, E. Avaliação nutricional do glicerol para codornas de corte. **Dissertação de mestrado**. Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2010. p. 69.

BELLAVER, C. **Sistemas de produção de frangos de corte: nutrição e alimentação**. Embrapa Suínos e Aves, 2008. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaodeFrango deCort//Alimentos.html>>.

CAMARGO, A. C. S. Níveis de energia metabolizável para Tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. **Dissertação de Mestrado**. 1995. 55p.

CHI, Z.; PYLE, D.; WEN, Z.; FREAR, C.; CHEN, S. A laboratory study of producing docosahexaenoic acid from biodiesel-waster glycerol by microalgal fermentation. **Process Biochemistry**, v.42, p.1537-1543, 2007.

CHILIBROSTER, P.; ELIAS, A.; MARCHELLI, J. P. Use of com or crude glycerol as energy source to supplement Holstein calves fed with sorghum silage ad-libitum. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 1, p. 198, 2011.

COSTA, D. V. Influência do glicerol no metabolismo energético de tilápias nilóticas. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Lavras. 2012.p. 54.

DOZIER, W. A.; KERR, B. J.; CORZO, A.; KIDD, M. T.; WEBER, T. E.; BREGENDAHL, K. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Journal Poultry Science**, v.87, p.317-322, 2008.

GALLEGO, A. G. Glicerina semipurificado neutralizada na alimentação de suínos (2012). **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2012. p.77.

GRAEFF, A.; TOMAZELLI, A. Fontes e níveis de óleo na alimentação de carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) na fase de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p. 1545-1551, 2007.

GROESBECK, C. N.; MCKINNEY, L. J.; DEROCHEY, J. M. TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; DRITZ, S. S.; NELSSSEN, J. L.; DUTTLINGER, A. W.; FAHRENHOLZ, A. C.; BEHNKE, K. C. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. **Journal of Animal Science**. v.86, p.2228-2236, 2008.

GUERRA, R. L. H.; MURAKAMI, A. E.; GARCIA, A. F. Q. M.; URGNANI, F. J. MOREIRA, I.; PICOLI, K. P. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias), **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.1038-1050, 2011.

GUNN, P. J.; LEMANAGER, R. P.; BUCKMASTER, D. R.; CLAEYS, M. C.; LAKE, S. L. Effects of dried distiller's grains with solubles on performance, carcass characteristics, and metabolic parameters of early weaned beef calves. **Professional Animal Scientist**, v. 27, p. 283-294, 2011.

KERR, B. J.; DOZIER, W. A. Crude glycerin for monogastrics feeds. **Render Magazine**, v.37, p.10-11, 2008.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; DETMANN, E.; SOUZA, N. K. P.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.1012-1020, 2010.

LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; WEBER, T. E.; BREGENDAHL, K.; LONERGAN, S. M.; PRUSA, K. J.; AHN, D. U.; STOFFEGREN, W. C.; HONEYMAN, M. S. Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing

pigs fed crude glycerin supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2962-2970, 2008a.

LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; HONEYRNAN, M. S.; STALDER, K.; DOZIER III, W. A.; WEBER, T. E; KIDD, M. T.; BREGENDAHL, K. Nitrogen corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal Poultry Science**, v.87, p.104-107, 2008b.

LI, M. H.; MINCHEW, C. D.; OBERLE, D. F.; ROBINSON, E. H. Evaluation of glycerol from biodiesel production as a feed ingredient for Channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 41, n. 1, p. 130-136, 2010.

LOPES, P. R. S.; POUHEY, J. L. O. F.; ENKE, D. B. S.; MARTINS, C. R.; TIMM, G. Desempenho de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* alimentados com diferentes níveis de energia na dieta. **Biodiversidade Pampeana**, v.4, p.32-37, 2006.

LOSEKANN, M. E.; NETO, J. R.; EMANUELLI, T.; PEDRON, F. A.; LAZZARI, R.; BERGAMIN, G.T.; CORRÊIA, V.; SIMÕES, R.S. Alimentação do jundiá com dietas contendo óleos de arroz, canola ou soja. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p.225 – 230, 2008.

MACIEL, R. P.; OLIVEIRA, R. A; NEIVA, J. N. M.; RESTLE, J.; BILEGO, O. U.; SOUSA, L. F. Características de carcaça de bezerros mestiços leiteiros alimentados com glicerina bruta e abatidos aos 60dias de idade. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49, 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012. 1 CD-ROM.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. **Embrapa Amazônia Ocidental**, 2001. 25p.

MELO, J. F. B.; RADUNZ NETO, J.; SILVA, J. H. S. da Uso de diferentes fontes e níveis de lipídios na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Pesquisa agropecuária Gaúcha**, v. 7, n. 1, p. 127-134, 2001.

MENTON, D. J.; SLINGER, S. J.; HILTON, J. W. Utilization of free glycerol as a source of dietary energy in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 56, p. 215-227, 1986.

NEU, D. H.; FURUYA, W. M.; YAMASHIRO, D.; BITTENCOURT, F.; MORO, E. B.; FERNANDES, D. R. A.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Glicerol na dieta de alevinos de tilápias do Nilo, **Revista Agrarian**, v.5, n.17, p.288-294, 2012.

NAPOLES, G. G. O. Desempenho e metabolismo de bezerros leiteiros em aleitamento convencional recebendo concentrado inicial contendo glicerol em substituição ao milho. **Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2012. p. 92.

PEREIRA, M. C.; AZEVEDO, R. V.; BRAGA, L. G. T. Óleos vegetais em rações para híbrido Tambaqu (macho *Piaractus mesopotamicus* x fêmea *Colossoma macropomum*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.2, p.551-562, 2011.

PIANO, L. M. Glicerina semipurificada na alimentação de suínos. **Tese de Doutorado** - Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2012. p. 90

ROSTAGNO, H. S.; NASCIMENTO, A. H.; ALBINO, L. F. T.; RODRIGUES, P. B. **Retrospectiva e Desafios da Produção Animal**. Aves e Suínos. DZO/U.F.V., Viçosa – MG, 2008. Disponível em: www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/Horacio.htm.

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*). In: 9º Seminário Anual de Iniciação Científica, 2011, Parauapebas. **Anais...** Parauapebas: UFRA, 2011.

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

SILVA, J. A. M. da; PEREIRA FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. 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**, v32, n.6, p. 1815-1824, 2003.

SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; BARBOSA, R. P.; FREITAS, C. E. C. **Peixes do médio Rio Negro**. Manaus: EDUA, 2006. 43 p.

VAL, A. L.; ROLIM, P. R.; RABELO, H. **Situação atual da aqüicultura no Norte**. Pags. 247-266. Em: Valenti, W.C.; Poli, C.R.; Pereira, J.A.; Borghetti, J.R. (Eds.). *Aqüicultura no Brasil. Bases para um desenvolvimento sustentável*. CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, Brasil, 2000.