

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
ENGENHARIA DE PESCA

MARTA CAROLINE SILVA DA CRUZ

Digestibilidade aparente do farelo de soja e do milho em dietas para tilápia do
Nilo

Toledo
2018

MARTA CAROLINE SILVA DA CRUZ

Digestibilidade aparente do farelo de soja e do milho em dietas para tilápia do
Nilo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Mestrado e Doutorado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Altevir Signor

Toledo
2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Cruz, Marta Caroline Silva
Digestibilidade aparente do farelo de soja e do milho em dietas para tilápia do Nilo / Marta Caroline Silva Cruz; orientador(a), Altevir Signor, 2018.
43 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Graduação em Engenharia de Pesca Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, 2018.

1. Aquicultura. 2. Digestibilidade. 3. Proteína Bruta. 4. Energia Bruta. I. Signor, Altevir. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARTA CAROLINE SILVA DA CRUZ

Digestibilidade aparente do farelo de soja e do milho em dietas para tilápia do
Nilo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Altevir Signor

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

Prof. Dr. Arcangelo Augusto Signor

Instituto Federal Paraná

Dra. Jackeline Marcante Dallagnol Brum

Aprovada em:.

Local de defesa: GEMAg – Unioeste/*Campus* Toledo.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família por todo apoio, mesmo distantes.

AGRADECIMENTOS

Nesta página muito especial deste trabalho, quero agradecer a todos que contribuíram direta e indiretamente para minha formação.

Aos meus pais, irmãos e sobrinha por todo apoio e amor incondicional;

Aos colegas de trabalho, essenciais para execução de todos os trabalhos realizados;

Aos bons e velhos amigos que sempre torceram pelo meu sucesso e, ainda que distantes, dividiram comigo alegrias e frustrações;

Aos amigos feitos durante esta jornada da minha vida, da qual muitos, tenho certeza, levarei para resto dela, pelo apoio, risadas, bebedeiras, felicidades, preocupações e tristezas divididas – vocês foram minha base aqui!;

Aos funcionários do Prep/Unioeste por toda ajuda e orientação;

Ao Gemaq e aos professores pelos ensinamentos e incentivos;

À Evonik pelo financiamento da pesquisa;

À Capes/CNPq pela concessão da bolsa.

Digestibilidade aparente do farelo de soja e do milho em dietas para tilápia do Nilo

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar, com base nos coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da proteína (PB) e energia (EB), o melhor nível de inclusão do farelo de soja (FS) e do milho (MO) em dietas para tilápia do Nilo. Para as avaliações dos CDa foi realizado um ensaio para cada ingrediente, onde o FS foi o primeiro a ser avaliado, logo em seguida, o MO. Foram utilizados 480 exemplares de tilápia com peso inicial médio de 100g, distribuídos em 24 tanques, adaptados para a coleta de fezes, com recirculação de água, aeração constante e controle de temperatura, em um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 animais por tanque. Foram avaliadas diferentes concentrações (6, 12, 18, 24 e 30%) de FS e MO em dietas para tilápia. Os valores obtidos para o FS foram 85,45; 88,00; 93,34; 92,04; 92,34% para o CDa da PB; para a EB 78,61; 80,28; 84,25; 81,71 e 81,96%; respectivamente para os tratamentos com 6, 12, 18, 24 e 30%. Para o MO os valores do CDa da PB foram de 94,70%, 93,26%, 93,20%, 95,16%, 92,69%; para a EB 85,46; 83,77; 84,44; 88,66 e 83,99%; respectivamente para os tratamentos com 6, 12, 18, 24 e 30%. Os valores de inclusão do FS acima de 18% apresentaram os melhores CDa da PB e EB para tilápia do Nilo. Já para o milho os melhores resultados para os coeficientes de digestibilidade foi com 24% de inclusão. Para obtenção de CDa's confiáveis para a tilápia do Nilo, o nível mínimo de inclusão de FS é de 18%. Para o MO, o nível de inclusão que apresentou melhores resultados foi o com 24%.

Palavras-chave: coleta de fezes, proteína bruta, nutrição, níveis de inclusão, *Oreochromis niloticus*.

Apparent digestibility of soybean meal and corn in diets for Nile tilapia

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate, based on the apparent digestibility coefficients (ADC) of the crude protein (CP) and gross energy (GE), the best level of inclusion of soybean meal (SM) and corn (CO) in diets for Nile tilapia. For ADC reassortments, an assay was performed for each ingredient, where the SM was the first to be evaluated, soon after, the CO. We used 480 specimens of tilapia with average initial weight of 100g, distributed in 24 tanks, adapted for the collection of feces, with recirculation of water, constant aeration and temperature control, in a completely randomized design with six treatments and four replications, totalizing 20 animals per tank. Different concentrations (6, 12, 18, 24 and 30%) of SM and CO were evaluated in diets for tilapia. The values obtained for SM were 85.45; 88.00; 93.34; 92.04; 92.34% for CP ADC; for GE 78.61; 80.28; 84.25; 81.71 and 81.96%; respectively for treatments with 6, 12, 18, 24 and 30%. For CO, ADC values for CP were 94.70%, 93.26%, 93.20%, 95.16%, 92.69%; for GE 85.46; 83.77; 84.44; 88.66 and 83.99%; respectively for treatments with 6, 12, 18, 24 and 30%. Inclusion values of SM above 18% presented the best ADC of CP and GE for Nile tilapia. For corn, the best results for the digestibility coefficients were with 24% inclusion. To obtain reliable ADC's for Nile tilapia, the minimum inclusion level of SM is 18%. For CO, the inclusion level that presented the best results was 24%.

Keywords: feces collection, crude protein, nutrition, inclusion levels, *Oreochromis niloticus*.

Dissertação elaborada e formatada
conforme as normas da publicação
científica *Pesquisa Agropecuária
Brasileira*. Disponível em:
<<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab>
> *

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
OBJETIVOS.....	14
Geral.....	14
Específicos.....	14
REFERÊNCIAS.....	15
Capítulo I.....	17
Digestibilidade aparente do farelo de soja em dietas para tilápia do Nilo.....	17
Introdução.....	19
Material e métodos.....	20
Resultados.....	22
Discussão.....	23
Conclusão.....	25
Referências bibliográficas.....	25
Anexos.....	29
Capítulo II.....	31
Digestibilidade aparente do milho em dietas para Tilápia.....	31
Introdução.....	33
Material e Métodos.....	34
Resultados.....	35
Discussão.....	35
Conclusão.....	37
Referências.....	38
Anexos.....	41

INTRODUÇÃO

A tilápia é uma das espécies mais cultivadas no mundo (FAO, 2016) e no Brasil tem um grande destaque na produção aquícola, respondendo por mais de 51,7% da piscicultura no país (PEIXES BR, 2018), elevando a produção da aquicultura com os cultivos intensivos, desempenhando um importante papel na economia de muitas regiões brasileiras (FURUYA, 2013).

O favoritismo por esta espécie em cultivos aquícolas se deve às suas características, como características como adaptar-se a diferentes ambientes e sistemas de produção (LIMA e LUDKE, 2011), resistente as doenças, a altas densidades de estocagem e baixas concentrações de oxigênio dissolvido (ONO e KUBITZA, 2003; TAKISHITA *et al.*, 2009), sua carne tem sabor agradável ao paladar e não possui espinhas em forma de “y”, o que também a torna propícia para a indústria de filetagem (BOSCOLO *et al.*, 2007; LIMA e LUDKE, 2011), além disso é uma espécie com hábito alimentar onívoro e responde eficientemente a ingestão de proteínas de origem vegetal e animal (TAKISHITA *et al.*, 2009).

Entre os custos totais com a produção de peixes, a ração torna-se o item mais caro, podendo representar cerca de 70% destes custos, desta maneira é de extrema importância a formulação de dietas balanceadas e com o menor custo possível a fim de se maximizar a absorção dos nutrientes pelos peixes (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004). Neste sentido é necessário conhecer a composição química e o valor nutritivo dos alimentos para assim, formular dietas viáveis e mais precisas do ponto de vista nutricional e seguras do ponto de vista ambiental.

Através de dietas nutricionalmente balanceadas que atendam as exigências dos peixes, pode-se obter um maior crescimento, maior resistência e melhora na saúde dos animais confinados, onde dependem da alimentação externa para a sua sobrevivência (PEZZATO *et al.*, 2009) além disso a melhor utilização, em termos de digestibilidade, desses nutrientes diminuem a excreção que podem eutrofizar o ambiente (OLIVEIRA FILHO e FRACALLOSSI, 2006).

A nutrição tem papel fundamental para que se possa atender as exigências nutricionais aliadas a baixo custo de produção. Neste sentido a digestibilidade é fundamental na análise deste tipo de trabalho (SADIKU e JUANCEY, 1995; MEURER *et al.*, 2003), pois através dela é possível estimar a disponibilidade dos nutrientes nos alimentos (GUIMARÃES *et al.*, 2008) e indica o potencial de energia e nutrientes disponíveis para o crescimento (BOSCOLO *et al.*, 2002) sem prejuízos significativos ao seu desempenho produtivo (SILVA *et al.*, 2014), de

maneira a analisar eficiência de dietas completas para animais, através da quantificação da fração do nutriente e da energia absorvida do alimento que não é excretada nas fezes (OLIVEIRA-FILHO e FRACALOSSI, 2006).

O farelo de soja é a principal fonte proteica utilizada por animais monogástricos, inclusive peixes, devido a alta disponibilidade no mercado proveniente da extração do óleo de soja. Sendo este um subproduto da soja, destaca-se dentre os alimentos proteicos de origem vegetal por possuir boa palatabilidade e concentração adequada de aminoácidos essenciais para peixes, atendendo bem as exigências aminoacídicas da maioria destes animais, principalmente para as espécies com hábito alimentar onívoro (FERNANDES *et al.*, 2001; LOVELL, 1989). Este alimento possui um preço relativamente inferior a farinha de peixe, muito utilizada como principal fonte proteica em rações para peixes, e está amplamente distribuído nos mercados nacional e mundial (NEVES *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2001; COLDEBELLA e RANDÜNZ NETO, 2001).

O milho vem a ser uma importante fonte de energia em dietas comerciais para peixes onívoros e carnívoros (SILVA *et al.*, 2014; VIDAL *et al.*, 2015), pois é rico em carboidratos e usado como matéria prima em vários produtos industriais (BUTOLO, 2010). É um alimento amplamente cultivado pelo mundo, sendo rico em energia e considerado um alimento energético padrão (GOES *et al.*, 2013) e pode apresentar digestibilidade acima dos 80% para peixes carnívoros e onívoros (BRAGA *et al.*, 2008; SILVA *et al.* 2014).

Desta maneira, torna-se importante o desenvolvimento de tecnologias a fim de melhorar o desempenho na produção dessa espécie e ajustes adequados às rações e ao manejo alimentar dos peixes são necessários para que se minimizem seus custos e melhorem a disposição dos nutrientes essenciais ao crescimento dos peixes.

OBJETIVOS

Geral

Avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente dos diferentes níveis de inclusão de farelo de soja e do milho em dietas para tilápia do Nilo.

Específicos

Avaliar o melhor nível de inclusão do farelo de soja como fonte de proteína, com base nos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia;

Avaliar o melhor nível de inclusão do milho como fonte de energia, com base nos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia.

REFERÊNCIAS

- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
- BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A; COLDEBELLA, A. A tilápia do Nilo e sua industrialização. In: BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Industrialização de tilápias. Toledo: GFM Gráfica e Editora, 2007, 172p.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.
- BRAGA, L. G. T.; BORGHESI, R.; CYRINO, J. E. P. Apparent digestibility of ingredients in diets for *Salminus brasiliensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.2, p.271-274, 2008.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na alimentação animal**. 2.ed. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010. 430p.
- COLDEBELLA, I. J. E RADÜNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, 2002.
- FAO – Food and Agriculture Organizations of the United Nations, 2016. **The state of world fisheries and aquaculture 2016 - SOFIA**, Rome: FAO, 2016. 226p.
- FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 617-626, 2001.
- FURUYA, W. M. Nutrição de tilápias no Brasil. **Revista Varia Scientia Agrarias**, v01, n01, p133-150, 2013.
- GOES, R. H. T. B, SILVA, L. H. X; KENNYSON, K. A. **Alimentos e Alimentação Animal**. Dourados: Editora UFGD, 2013. 81p.
- GUIMARÃES, I. G.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; TACHIBANA, L. Nutrient digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilápia. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.39, n.6, p.781-789, 2008.
- LIMA, M. R.; LUDKE, M. M. Utilização de ingredientes energéticos pela tilápia do Nilo. **R. Eletrônica Nutr**, v. 8, n.2, p. 1418-1430, 2011.
- LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. 260p.

- MEURER, F., HAYASHI, C., & BOSCOLO, W. R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003.
- NEVES, M., BALEN, R. E., MEURER, F.; BAUMGARTNER, G.; BRAGA, A. F. Exigência de proteína digestível para alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com ração à base de farelo de soja. **Revista Agrarian**. v.8, n.28, p.204-209, Dourados, 2015.
- OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; FRACALOSSO, D. M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1581-1587, 2006.
- ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3ed. Jundiá. 112p. 2003.
- PEIXES BR – Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário Peixes BR da Piscicultura 2018**. São Paulo, 2018.
- 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, supl. espec., p.43-51, 2009.
- SADIKU, S. O. E.; JUANCEY, K. Digestibility, apparent amino acid availability and waste generation potential of soybean flour: poultry meat meal blend based diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), fingerlings. **Aquaculture Research**, v.26, p.651-657, 1995.
- SILVA, T. R. M.; ANDRADE, M. L. S.; CHUNG, S.; BICUDO, A. J. ALMEIDA. Substituição parcial do milho pelo resíduo de macarrão em dietas para tilápia-do-nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, n.4, p.669-676, 2014.
- TAKISHITA, S. S.; LANNA, E. A. T; DONZELE, J. L.; BOMFIM, M. A. D.; QUADROS, M.; SOUSA, M. P. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2099-2105, 2009.
- VIDAL, L. V. O.; XAVIER, T. O.; MICHELATO, M.; MARTINS, E. N.; PEZZATO, L. E.; FURUYA, W. M. Apparent protein and energy digestibility and amino acid availability of corn and coproducts in extruded diets for Nile tilapia. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.46, n.2, p.183-190, 2015.

Capítulo I

Digestibilidade aparente do farelo de soja em dietas para tilápia do Nilo

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar o melhor nível de inclusão do farelo de soja (FS) em dietas para tilápia do Nilo com base nos coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da proteína (PB) e energia (EB). O experimento foi desenvolvido no laboratório de aquicultura do GEMaQ na UNIOESTE, durante 21 dias. Foram utilizados 480 exemplares de tilápia com peso inicial médio de 100g, distribuídos em 24 tanques, adaptados para a coleta de fezes, com recirculação de água, aeração constante e controle de temperatura, em um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 animais por tanque. Foram avaliadas diferentes concentrações (T₁: Controle “sem inclusão do FS”, T₂: 6, T₃: 12, T₄: 18, T₅: 24 e T₆: 30%) de FS em dietas para tilápia. Os valores para o CDa da PB 85,45; 88,00; 93,34; 92,04 e 92,34%; e para a EB 78,61; 80,28; 84,25; 81,71 e 81,96%; respectivamente para os tratamentos com 6, 12, 18, 24 e 30%. Portanto, os valores de inclusão do FS acima de 18% apresentaram os melhores CDa da PB e EB para tilápia do Nilo.

Termos para indexação: coleta de fezes, proteína bruta, nutrição, níveis de inclusão, *Oreochromis niloticus*.

Apparent digestibility of soybean meal in diets for Nile tilapia

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the best level of inclusion of soybean meal (SM) in diets for Nile tilapia based on apparent digestibility coefficients (ADC) crude protein (CP) and gross energy (GE). The experiment was carried out in the aquaculture laboratory of GEMaQ at UNIOESTE for 21 days. A total of 480 tilapia samples with a mean initial weight of 100g were distributed in 24 tanks, adapted for faecal collection, with water recirculation, constant aeration and temperature control, in a completely randomized design with six treatments and four replications, totalizing 20 animals per tank. Different concentrations were evaluated (T1: Control "without inclusion of SM", T2: 6, T3: 12, T4: 18, T5: 24 and T6: 30%) of SM in tilapia diets. The values for ADC of CP 85.45; 88.00; 93.34; 92.04 and 92.34%; and for GE 78.61; 80.28; 84.25; 81.71 and 81.96%; respectively for treatments with 6, 12, 18, 24 and 30%. Therefore, inclusion values of SM over 18% presented the best ADC of CP and GE for Nile tilapia.

Index terms: feces collection, crude protein, nutrition, inclusion levels, *Oreochromis niloticus*.

Introdução

A alta produção da tilápia do Nilo ocorre devido as suas características como adaptar-se a diferentes ambientes e sistemas de produção (LIMA e LUDKE, 2011), ser resistente a doenças, a altas densidades de estocagem e baixas concentrações de oxigênio dissolvido (TAKISHITA *et al.*, 2009), sua carne tem sabor agradável ao paladar e não possui espinhas em forma de “y”, o que também a torna propícia para a indústria de filetagem (BOSCOLO *et al.*, 2007; LIMA e LUDKE, 2011). Porém áreas com elevada biomassa e deficiências nutricionais podem acarretar em perdas da produtividade de forma que também compromete o retorno econômico (FURUYA *et al.*, 2001a), aumentando, assim, a demanda por ingredientes de qualidade na ração, a fim de se obter índices de desempenho satisfatórios.

Na aquicultura de modo geral, os custos com ração na produção podem representar até 70%, sendo necessários ajustes adequados às rações e ao manejo alimentar dos peixes para que se minimizem seus custos e melhorem a disposição dos nutrientes essenciais ao crescimento dos peixes. Desta maneira, torna-se importante o desenvolvimento de tecnologias a fim de melhorar o desempenho na produção dessa espécie.

O farelo de soja, subproduto do grão de soja, destaca-se dentre os alimentos proteicos de origem vegetal por possuir boa palatabilidade e concentração adequada de aminoácidos essenciais para peixes, principalmente para as espécies com hábito alimentar onívoro (FERNANDES *et al.*, 2001; LOVELL, 1989), possui um preço relativamente inferior à farinha de peixe, muito utilizada como principal fonte proteica em rações para peixes, e está amplamente distribuído nos mercados do país e do mundo (FERNANDES *et al.*, 2001; COLDEBELLA e RANDÜNZ NETO, 2002; NEVES *et al.*, 2015).

A nutrição animal tem potencial de elevar os ganhos com a atividade aquícola, desta maneira, para se observar o potencial desses produtos na nutrição animal é necessário que haja uma avaliação dos seus componentes e, neste sentido, uma das mais importantes avaliações a serem feitas é a digestibilidade dos nutrientes (SADIKU e JUANCEY, 1995; MEURER *et al.*, 2003), pois avalia a capacidade que uma determinada espécie utiliza os nutrientes de determinado alimento, além de indicar o potencial de energia e nutrientes disponíveis para o crescimento (BOSCOLO *et al.*, 2002).

A digestibilidade se baseia na composição química e quantidade de nutrientes que foi absorvido pelos peixes (NRC, 2011) e o método mais comumente utilizado é o indireto, devido à dificuldade de quantificação do alimento e a coleta das fezes no meio aquoso (BOSCOLO *et al.*, 2002). O método indireto utiliza um marcador inerte que, segundo MAYNARD E LOOSLY

(1966), deve ser indigestível, sem ação farmacológica, passar uniformemente pelo aparelho digestório e ter fácil e rápida determinação química. O marcador mais utilizado é o óxido de cromo (marcador externo que é incorporado à ração).

A nutrição tem papel fundamental na aquicultura, visto que a partir de rações completas e bem formuladas obtém-se o melhor aproveitamento do potencial de crescimento dos peixes e melhora a sua eficiência alimentar, dentre outros fatores, minimizando, assim, os custos na produção. Assim se faz necessário identificar o melhor nível de inclusão do farelo de soja (FS) na confecção de dietas comerciais, buscando o máximo aproveitamento dos nutrientes contidos nesse alimento para uma melhor eficiência alimentar. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o melhor nível de inclusão do farelo de soja como fonte de proteína, com base nos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia.

Material e métodos

O experimento foi realizado no laboratório de aquicultura do Grupo de Estudo de Manejo na Aquicultura – GEMAQ da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* Toledo, no período de setembro a outubro de 2017, com duração de 21 dias. Para tal utilizou-se 480 juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) os quais foram distribuídos em 24 tanques cônicos cilíndricos (capacidade de 500 L), adaptados para a coleta de fezes (decantação), com recirculação de água, aeração constante e controle de temperatura, em um delineamento inteiramente casualizado composto por seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 animais por tanque.

Foram avaliados diferentes níveis de inclusão de farelo de soja (T₁: Ração Referência a qual serviu como base para a confecção dos diferentes níveis de inclusão do milho; T₂: 6; T₃: 12; T₄: 18; T₅: 24 e T₆: 30%) em dietas para a tilápia. Os peixes foram alimentados cinco vezes ao dia (às 08h00min, 10h00min, 14h00min, 16h00min e 18h00min) com as rações elaboradas, até a saciedade aparente. Ao longo da fase experimental foram mensurados os parâmetros de temperatura (média de 27,3°C), pH (média de 7,46) oxigênio dissolvido (média de 4,60 mg.L⁻¹), os quais estiveram dentro dos padrões aceitáveis.

As dietas foram confeccionadas na fábrica de ração do GEMAQ, onde os ingredientes foram pesados separadamente. Os macro nutrientes foram moídos para melhor homogeneização e, em seguida, adicionados os micronutrientes que foram misturados até atingirem uma homogeneização ideal, posteriormente foi acrescentado 0,1% de óxido de cromo (marcador inerte), seguindo a metodologia proposta pelo NRC (2011) e então, novamente homogeneizado.

As rações foram processadas em máquina extrusora e secas em estufa de circulação forçada a 55°C durante 24 horas. A composição dos ingredientes utilizados e suas respectivas quantidades estão expressos na Tabela 1.

Após um período de adaptação de sete dias, foi iniciada a coleta das fezes, sempre no período da manhã, antes da primeira alimentação (8h00m). Passados 15 minutos, foi realizada limpeza dos tanques, renovando cerca de dois terços da água. A mesma limpeza foi efetuada após 15 minutos da última refeição (18 hs), onde foram acoplados os copos coletores de fezes. O sistema de circulação de água foi desligado durante a noite, a partir das 19 hs, e religado apenas após a coleta na manhã seguinte (7h00min). O material coletado foi conservado em freezer (-18°C) até atingir volume suficiente para realização das análises (aproximadamente um quilograma de material de cada tratamento). As amostras foram secas em estufa de circulação forçada à temperatura de 55°C durante 72 horas. Depois de secas, foram maceradas e triadas manualmente para a retirada de escamas das fezes.

Para determinação da matéria seca (MS) amostras de fezes e ração foram submetidas à estufa por oito horas com temperatura de 105°C. a matéria mineral (MM) foi obtida através de ressecamento em mufla a 500°C por quatro horas. As análises e os cálculos de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e energia bruta (EB), foram realizados de acordo com AOAC (1995). O óxido de cromo teve sua análise seguindo a metodologia proposta por BREMER NETO *et al.* (2005).

Os cálculos dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) foram baseados no método indireto que consiste na suplementação de um marcador inerte, neste caso o óxido de cromo (0,01%) e seguiram a metodologia proposta pelo NRC (2011) – equações 1, 2 e 3.

Equação 1:

$$CDA = 1 - \%Cr_2O_{3(D)} / \%Cr_2O_{3(F)}$$

Onde:

CDA: coeficiente de digestibilidade aparente;

$\%Cr_2O_{3(D)}$: cromo presente na dieta;

$\%Cr_2O_{3(F)}$: cromo presente nas fezes;

Equação 2:

$$CDA_D = 1 - \%Cr_2O_{3(D)} / \%Cr_2O_{3(F)} \times N_{(F)} / N_{(R)}$$

Onde:

$CDA_{(D)}$: coeficiente de digestibilidade aparente da dieta;

$\%Cr_2O_{3(D)}$: cromo presente na dieta;

$\%Cr_2O_{3(F)}$: cromo presente nas fezes;

$N_{(F)}$: nutriente presente nas fezes;

$N_{(R)}$: nutriente presente na ração

Equação 3:

$$CDA_I = CDA_{DT} + ((CDA_{DT} - CDA_{DR}) \times (a \times D_R / b \times D_I))$$

Onde:

CDA_I : Coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente teste;

CDA_{DT} : Coeficiente de digestibilidade aparente da ração com o ingrediente teste;

CDA_{DR} : Coeficiente de digestibilidade aparente da ração referência;

a : Porcentagem do ingrediente teste

b : Porcentagem da ração basal; .

D_R : porcentagem de nutriente da ração referência;

D_I : Porcentagem de nutriente do ingrediente teste.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo *software* Statistic 7.0 (STATSOFT, 2004).

Resultados

O farelo de soja apresentou 88,39% para o teor de matéria seca (MS); 6,88% de matéria mineral (MM); 48,06% de proteína bruta (PB); 4,64 Kcal/g de energia bruta (EB) e 4,92% de lipídeos (EE).

Os CDa da energia e nutrientes das rações (Tabela 3) apresentaram diferenças estatísticas ($P < 0,05$) para todos os parâmetros analisados. Os valores em função dos níveis de inclusão foi superior para o tratamento com 18% de FS. Os tratamentos com níveis de 24 e 30% de inclusão não apresentaram diferenças entre si e foram similares a 18% de inclusão do FS.

Os menores valores de CDa da PB foram encontrados nos menores níveis de inclusão, respectivamente para os tratamentos com 12 e 6%.

Para os CDa da EB o melhores resultados encontrados foram acima de 12% de inclusão, onde o nível de 18% apresentou o melhor resultado O pior aproveitamento foi observado no tratamento com 6% de inclusão.

A composição da ração com 18% de inclusão de FS apresentou 29,01% de PB; 4,52 kcal/g de EB e 2,82% de EE (Tabela 2). O tratamento 6%, onde foi observado o pior CDa da EB, expressou valores de 4,37 kcal/g de EB e 2,90% de EE.

Os CDa da PB e EB foram significativamente afetados pelo nível de inclusão. De modo geral, foi observado o mesmo padrão para estes, visto que os melhores valores foram encontrados no tratamento com 18% e os piores no tratamento com 6%.

Discussão

As respostas obtidas através dos dados de composição bromatológica, confirmam que o farelo de soja é um alimento proteico (48,06% de PB), visto que os alimentos são considerados proteicos quando possuem mais de 20% de PB em sua composição (GOES *et al.*, 2013), bem como os valores de composição centesimal da energia bruta estão de acordo com os encontrados na literatura, os quais na matéria seca variam entre 87,22 a 91,86%, entre 6,01 a 7,44% para a matéria mineral, entre 45,13% a 51,21% para a proteína bruta e de 3,99 kcal/g a 4,30 kcal/g de energia bruta (FARIA *et al.*, 2001; FERNANDES *et al.*, 2001; PEZZATO *et al.*, 2002; BOSCOLO *et al.*, 2002; SIGNOR *et al.*, 2018). Devido ao seu alto percentual de proteína, este alimento é amplamente utilizado em dietas na aquicultura, especialmente para tilápias, pois conseguem utilizar eficientemente os alimentos de origem vegetal (FURUYA *et al.*, 2001b). A proteína é um nutriente básico na alimentação dos animais cultivados em ambientes aquáticos, fornecendo aminoácidos e nitrogênio para a proteína corporal e biossíntese de nitrogenados não proteicos, sendo utilizados como fonte de energia e síntese de glicose (NRC, 2011).

Segundo CYRINO *et al.* (2010) a utilização de ingredientes de origem vegetal, como o farelo de soja, é uma prática amplamente utilizada na aquicultura, visto que além de possuir um perfil aminoacídico, relativamente, balanceado (GATLIN *et al.*, 2007), possui uma grande vantagem do ponto de vista econômico, dado que a determinação dos requisitos de proteína para esta espécie permite uma melhor padronização dos valores por causa da menor variação

na composição destes alimentos em relação aos de origem animal (CARNEIRO *et al.*, 2017).

O aumento da inclusão do alimento, em certo ponto, sugere uma perda ou diminuição no aproveitamento dos nutrientes da dieta. Esse efeito pode ser observado claramente na Tabela 3, onde percebe-se que o menor nível de inclusão possui os menores valores para os CDA tanto da PB quanto da EB e vai aumentando até 18% de inclusão onde, praticamente, se estabiliza.

Dentre os CDA da proteína bruta o maior valor encontrado foi para 18% e o menor valor foi observado para 6% de inclusão do alimento utilizado. Esses valores estão de acordo com os comumente encontrados na literatura quando utilizado 30% de inclusão, 92,72% (FURUYA *et al.*, 2001a); 90,91% (HANLEY, 1987); 94,61% (DEGANI *et al.*, 1997); 91,56% (PEZZATO *et al.*, 2002) onde, para o presente estudo foi observado 92,34% para 30% de inclusão. Porém, apesar de corroborar com os autores citados, o maior resultado para o CDA da PB foi com 18% de inclusão (93,34%), apesar de que para 30% tenha sido semelhante. Ainda comparando com outros autores, estes valores encontram-se maiores que os descritos por KÖBRÜCÜ e ÖZDEMİR (2005) para a tilápia do Nilo. Apesar da soja ser um alimento com alto teor proteico, existem diversos fatores antinutricionais que não permitem o total aproveitamento deste nutriente pelos peixes (VIDAL *et al.*, 2017), porém o tratamento térmico pelo qual passa o farelo de soja, torna as proteínas deste ingrediente mais acessíveis as enzimas digestivas (NRC, 2011), o que resulta em maiores valores para o CDA PB (VIDAL *et al.*, 2017). FURUYA *et al.* (2001a) encontraram maiores valores do CDA da PB para o farelo de soja (92,72%) em comparação com a farinha de peixe (84,95 %). O que demonstra o potencial do uso deste ingrediente nas dietas para espécies utilizadas na aquicultura.

Para o CDA da energia bruta, que vem a ser a soma dos CDA dos carboidratos, lipídeos e proteína (NRC, 2011), são semelhantes a literatura 77,21% (FURUYA *et al.*, 2001a); 85,46% (TONINI *et al.*, 2012 para *T. leeri*), porém superior ao valor encontrado por HANLEY (1987) de 56,58% para a tilápia do Nilo. O baixo valor para o CDA da PB observado para 6% pode ser justificado pela menor quantidade de lipídeos, em relação aos demais, pois os benefícios da sua utilização estão relacionados ao valor energético deste nutriente (FURUYA *et al.*, 2010) e também pelo fato do FS possuir alguns fatores antinutricionais (FAN) que faz com que haja uma menor disponibilidade de energia para a tilápia (FURUYA *et al.*, 2001b).

Diversos autores associam as diferenças entre os valores do CDA a diversos fatores, como processamento ao qual o alimento foi submetido, variações na composição química do alimento estudado, diferentes métodos de coleta de fezes, erros experimentais, diferenças ambientais e biológicas envolvidas nos estudos, níveis de inclusão do alimento teste

(MUKHOPADHYAY e RAY, 1997; CHO e BUREAU, 2001; BOSCOLO *et al.*, 2002; GUIMARÃES, 2006; ZUANON *et al.*, 2007; NRC, 2011; TONINI *et al.*, 2012).

Diante dos resultados expostos, pode-se inferir que a tilápia do Nilo apresenta enorme capacidade de aproveitamento do farelo de soja, podendo ser utilizado como principal fonte proteica (FIGUEIREDO-SILVA *et al.*, 2015) ou como única fonte de proteína (FURUYA *et al.*, 2004), principalmente se comparado a resultados encontrados por outros autores, ao avaliarem outras espécies como base de comparação (BOSCOLO *et al.*, 2002) de maneira que conseguem utilizar eficientemente a proteína e energia bruta deste alimento.

Conclusão

Os valores de inclusão do farelo de soja acima de 18% apresentam melhores coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e energia bruta para tilápia do Nilo, podendo ser acrescentados esses percentuais sem que haja prejuízo na digestibilidade da proteína e energia.

Referências bibliográficas

- AOAC. **Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemists.** Arlington: AOAC, 1995, v. 2, p.1-30. 1995.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.
- 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.1, p.8-13, 2004.
- BREMER NETO, H.; FESSEL GRANER, C. A., PEZZATO, L. E., & PADOVANI, C. R. Determinação de rotina do crômio em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1, 5-difenilcarbazida. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 691-697, 2005.

- CARNEIRO, W. F.; PANDINI, F.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; ROSSATO, K. A.; MEURER, F. Digestible protein requirement for Nile tilapia fed with rations based on soybean meal and corn. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 39, n. 4, p. 343-349, 2017.
- CHO, C.Y. & BUREAU, D.P. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. **Aquaculture**. v.32, 349-360, 2001.
- COLDEBELLA, I. J. E RADÜNZ NETO, J. Farelo de soja na alimentação de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, 2002.
- CYRINO, J. E. P., BICUDO, Á. J. A., SADO, R. Y., BORGHESI, R., & DAIRIK, J. K. A piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39(Suppl. spe), 68-87, 2010.
- DEGANI, G.; VIOLA, S.; YEHUDA, Y. Apparent digestibility of protein and carbohydrate in feed ingredients for adult tilapia (*Oreochromis aureus* X *O. niloticus*). **The Israeli Journal Aquaculture**, v.49, n.3, p.115-123, 1997.
- FARIA, A. C. E. A.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Substituição parcial e total da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988). **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 23, n. 4, p. 835-840, 2001.
- FERNANDES, J. B. K.; CARNEIRO, D. J.; SAKOMURA, N. K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 617-626, 2001.
- FIGUEIREDO-SILVA, C; LEMME, A.; SANGSUE, D.; KIRIRATNIKOM, S. Effect of DL-methionine supplementation on the success of almost total replacement of fish meal with soybean meal in diets for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis mossambicus*). **Aquaculture Nutrition**. v.21, n. 2, p. 234-241, 2015.
- FURUYA, W. M. ; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B.; SAKAGUTI, E. S. ; BOTARO, D. ; SILVA, L. C. R.; AURESCO, S. A. Farelo de soja integral em rações para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v. 26, n.2, p. 203-207, 2004.
- FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.
- FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; PEZZATO, A. C.; BARROS, M. M.; MIRANDA, E. C. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v30. n.4, p1143-1149, 2001a.

- FURUYA, W.M.; GONÇALVES, G.S.; FURUYA, V.R.B. *et al.* Fitase na alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30 n.3, p.924-929, 2001b.
- GATLIN, D. M., BARROWS, F. T., BROWN, P., DABROWSKI, K., GAYLORD, T. G., HARDY, R. W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, A.; NELSON, R.; OVERTURF, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E. J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v.38, n.6, p. 551-579, 2007.
- GOES, R. H. T. B, SILVA, L. H. X; KENNYSON, K. A. **Alimentos e Alimentação Animal**. Dourados: Editora UFGD, 2013. 81p.
- GUIMARÃES, I.G. **Digestibilidade aparente, pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), de alimentos extrusados**. 2006, p.65. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2006.
- HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity on digestibility determinations in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**. v.66, 163-179, 1987.
- KÖPRÜCÜ, K.; ÖZDEMİR, Y. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.250, p.308-316, 2005.
- LIMA, M. R.; LUDKE, M. M. Utilização de ingredientes energéticos pela tilápia do Nilo. **R. Eletrônica Nutr**, v. 8, n.2, p. 1418-1430, 2011.
- LOVELL, T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. 260p.
- MAYNARD, L. A.; LOOSLY, J. K. **Nutrição Animal**. Rio de Janeiro: McGraw Hill, 1966. 550p.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos proteicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v32, n6, p.1801-1809, 2003.
- MUKHOPADHYAY, N.; RAY, A.K. The apparent total and nutrient digestibility of sal seed (*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Aquaculture Research**, v.28, p.683-689, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of fish and shrimp**. The national academies press, Washington, 2011, 379p.
- NEVES, M., BALEN, R. E., MEURER, F.; BAUMGARTNER, G.; BRAGA, A. F. Exigência de proteína digestível para alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com ração à base de farelo de soja. **Revista Agrarian**. v.8, n.28, p.204-209, Dourados, 2015.

- PEZZATO, L. E. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: **Simpósio Internacional Sobre Nutrição de Peixes e Crustáceos**, v. 1, p. 34, 1995.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; PINTO, L. G. Q.; FURUYA, W. M.; PEZZATO, A. C. Digestibilidade aparente de ingredientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.
- SADIKU, S. O. E.; JUANCEY, K. Digestibility, apparent amino acid availability and waste generation potential of soybean flour: poultry meat meal blend based diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), fingerlings. **Aquaculture Research**, v.26, p.651-657, 1995.
- SIGNOR, F. R. P.; SIGNOR, A. A.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Parâmetros hematológicos e bioquímicos do jundiá (*Rhamdia voulezi*) alimentados com rações orgânica e convencional. **Agrarian**, v. 10, n. 37, p. 254-260, 2018.
- STATSOFT, **STATISTICA (Data Analysis Software System)**. Inc. Version 7. 2004.
- TAKISHITA, S. S.; LANNA, E. A. T; DONZELE, J. L.; BOMFIM, M. A. D.; QUADROS, M.; SOUSA, M. P. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2099-2105, 2009.
- TONINI, W. C. T.; POLESE, M. F.; ABREU, M. L. C.; MATOS, D. C.; VIDAL JÚNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R. Digestibilidade aparente de alimentos proteicos e energéticos para *Trichogaster leeri*. **Rev. Bras. Saúde Prod. Animal**. v.13, n.2, p.569-577, 2012.
- VIDAL, L. V. O.; XAVIER, T. O. ; MOURA, L. B. ; MICHELATO, M. ; MARTINS, E. N. ; FURUYA, W. M. Apparent digestibility of wheat and coproducts in extruded diets for the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Rev. Bras. Saúde Prod. Animal**. v. 18, p. 479-491, 2017.
- ZUANON, J.A.S.; HISANO, H.; FALCON, D.R.; SAMPAIO, F.G.; BARROS, M.M; PEZZATO, L.E. Digestibilidade de alimentos proteicos e energéticos para fêmeas de beta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.987-991, 2007.

Anexos

Tabela 1: Composição percentual e nutricional da dieta referência utilizada para avaliar os diferentes níveis de inclusão de farelo de soja (FS).

INGREDIENTES	Referência(%)	6%	12%	18%	24%	30%
Antifúngico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Arroz Quirera	5,00	4,70	4,40	4,10	3,80	3,50
Cloreto de Colina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de sódio	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Farelo de Soja	21,22	19,94	18,67	17,40	16,12	14,85
Farelo de Trigo	24,96	23,46	21,96	20,47	18,97	17,47
Farinha de Tilápia	17,83	16,76	15,69	14,62	13,55	12,48
Ingrediente Teste (FS)	0,00	5,92	11,85	17,78	23,70	29,63
Milho	29,77	27,98	26,19	24,41	22,62	20,83
Oxido de Cromo	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
TOTAL	100	100	100	100	100	100
NUTRIENTES CALCULADOS						
Ácido Linoleico	1,30	1,26	1,21	1,17	1,13	1,09
Amido	30,84	29,17	27,49	25,82	24,15	22,48
Cálcio	1,51	1,44	1,37	1,30	1,22	1,15
ED Tilápia*	2974,17	2977,67	2981,17	2984,67	2988,18	2991,68
Fibra Bruta	3,80	3,82	3,84	3,86	3,88	3,90
Fósforo Total	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85
Gordura	4,07	3,90	3,73	3,56	3,39	3,23
Lisina	1,47	1,55	1,63	1,71	1,79	1,87
Metionina	0,48	0,49	0,50	0,50	0,51	0,52
Proteína Bruta	27,40	28,61	29,82	31,02	32,23	33,44
Treonina	1,07	1,11	1,16	1,21	1,26	1,30
Triptofano	0,28	0,30	0,33	0,35	0,37	0,39

¹Composição básica do produto: Vitamina A, Vitamina D3, vitamina E, Vitamina K3, Vitamina B1, Vitamina B2, Pantotenato de cálcio, Vitamina B6, Vitamina B12, Niacina, Ácido fólico, Biotina, Inositol, Sulfato de ferro, Sulfato de manganês, Sulfato de zinco, Iodato de cálcio, Selenito de sódio, Sulfato de cobre, Carbonato de cobalto, Sorbato de potássio, Antioxidante (ácido fosfórico, B. H. A, Etoxiqum, Ácido cítrico).

*Energia digestível para a tilápia em kcal/kg.

Tabela 2: Composição bromatológica das dietas experimentais em níveis crescentes de inclusão de farelo de soja.

Trat	MS (%)	MM (%)	PB (%)	EB (Kcal/g)	EE (%)
0%	93,92	9,81	27,80	4,32	2,33
6%	95,40	9,64	30,94	4,37	2,90
12%	97,64	9,46	28,18	4,36	2,96
18%	94,46	9,59	29,01	4,52	2,82
24%	93,48	9,33	33,64	4,57	3,31
30%	93,44	9,29	35,40	4,56	5,08

(Trat = tratamento; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EB = energia bruta; EE = extrato etéreo/lipídeos).

Tabela 3: Coeficiente de digestibilidade aparente (CDa) da proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) dos diferentes níveis de inclusão do farelo de soja para a tilápias do Nilo.

	Níveis de Inclusão					<i>p</i>
	6%	12%	18%	24%	30%	
CDa PB	85,45±1,74 ^c	88,00±1,53 ^{bc}	93,34±3,53 ^a	92,04±1,22 ^{ab}	92,34±0,97 ^{ab}	0,009
CDa EB	78,61±2,55 ^b	80,28±1,99 ^{ab}	84,25±0,41 ^a	81,71±1,91 ^{ab}	81,96±2,60 ^{ab}	0,000

Os valores estão expressos com base na matéria seca.

Letras distintas na mesma linha indicam diferenças estatísticas a 5% de significância.

Capítulo II

Digestibilidade aparente do milho em dietas para Tilápia

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar, com base nos coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) da proteína (PB) e energia (EB), o melhor nível de inclusão do milho (MO) em dietas para tilápia do Nilo. O experimento foi desenvolvido no laboratório de aquicultura do GEMAQ na UNIOESTE, durante 21 dias. Foram utilizados 480 exemplares de tilápia com peso inicial médio de 100g. Distribuídos em 24 tanques, adaptados para a coleta de fezes, com recirculação de água, aeração constante e controle de temperatura, em um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 animais por tanque. Foram avaliadas diferentes concentrações (T₁: Controle “sem inclusão do MO”, T₂: 6, T₃: 12, T₄: 18, T₅: 24 e T₆: 30%) de MO em dietas para tilápia. Os valores para o CDa da PB foram de 94,70; 93,26; 93,20; 95,16 e 92,69%; para a EB 85,46; 83,77; 84,44; 88,66 e 83,99%; respectivamente para os tratamentos com 6, 12, 18, 24 e 30%. Os melhores resultados para os coeficientes de digestibilidade foi com 24% de inclusão do milho.

Palavras-chave: coleta de fezes, proteína bruta, nutrição, níveis de inclusão, *Oreochromis niloticus*.

Apparent digestibility of corn in diets for Nile tilapia

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate, based on the apparent digestibility coefficients (ADC) of the crude protein (CP) and gross energy (GE), the best level of corn inclusion (CO) in diets for Nile tilapia. The experiment was carried out in the aquaculture laboratory of GEMAg at UNIOESTE for 21 days. We used 480 specimens of tilapia with average initial weight of 100g. Distributed in 24 tanks, adapted for faecal collection, with water recirculation, constant aeration and temperature control, in a completely randomized design with six treatments and four replications, totaling 20 animals per tank. Different concentrations were evaluated (T1: Control "without inclusion of CO", T2: 6, T3: 12, T4: 18, T5: 24 and T6: 30%) of CO in tilapia diets. The values for the ADC of CP were 94.70; 93.26; 93.20; 95.16 and 92.69%; for GE 85.46; 83.77; 84.44; 88.66 and 83.99%; respectively for treatments with 6, 12, 18, 24 and 30%. The best results for the digestibility coefficients were with 24% corn inclusion.

Index terms: feces collection, crude protein, nutrition, inclusion levels, *Oreochromis niloticus*.

Introdução

A tilápia do Nilo é uma das espécies de maior produção no setor aquícola (FAO, 2016) e este fato se deve por este ser um animal que se adapta bem as condições de cultivo (MEURER *et al.*, 2003) além de possuir carne de excelente qualidade, com sabor agradável ao paladar e não possuir espinhas em forma “Y”, o que também a torna ideal para a comercialização em forma de filés (BOSCOLO *et al.*, 2007).

A ração é o item que mais onera os custos de produção, de forma que é de extrema importância a formulação de dietas balanceadas e com o menor custo a fim de se maximizar a absorção dos nutrientes pelos peixes (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004), por isso é necessário conhecer a composição química e o valor nutritivo dos alimentos, possibilitando a formulação de dietas mais precisas, econômicas, do ponto de vista nutricional e seguras do ponto de vista ambiental (PEZZATO *et al.*, 2009) pois quanto maior o aproveitamento destes, reduzem a excreção que podem eutrofizar o ambiente (OLIVEIRA FILHO e FRACALOSSO, 2006). Desta maneira observa-se a importância da nutrição nesse cenário, de modo que através de dietas nutricionalmente balanceadas pode-se obter um bom desempenho, resistência e a saúde dos animais confinados, onde dependem exclusivamente da alimentação externa para a sua sobrevivência (PEZZATO *et al.*, 2009).

À vista disso, a nutrição tem papel fundamental para que se possa atender as exigências nutricionais aliadas a baixo custo de produção. Neste sentido a digestibilidade é uma importante ferramenta a ser realizada neste tipo de trabalho, pois através dela é possível estimar a disponibilidade dos nutrientes nos alimentos (GUIMARÃES *et al.*, 2008), a eficiência de dietas completas para animais, através da quantificação da fração do nutriente e da energia absorvida do alimento que não é excretada nas fezes (OLIVEIRA-FILHO e FRACALOSSO, 2006).

Visto isso, fica evidente que a utilização de alimentos com alta digestibilidade reduz a poluição (GONÇALVES *et al.*, 2009) e melhora os índices de desempenho dos animais cultivado. Desta maneira o milho é uma importante fonte de energia em dietas comerciais para peixes onívoros (SILVA *et al.*, 2014; VIDAL *et al.*, 2015), pois é rico em carboidratos e usado como matéria prima em vários produtos industriais (BUTOLO, 2010). É um alimento amplamente cultivado pelo mundo, sendo rico em energia e considerado um alimento energético padrão (GOES *et al.*, 2013) e pode apresentar digestibilidade acima dos 80% para peixes onívoros (BRAGA *et al.*, 2008; SILVA *et al.* 2014).

Dado o exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o melhor nível de inclusão do milho como fonte de energia, com base nos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de aquicultura do Grupo de Estudo de Manejo na Aquicultura – GEMAQ da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* Toledo, com duração de 21 dias, no período de setembro a outubro de 2017. Foram confeccionadas seis dietas: uma como controle (referência) e que serviu de base para as demais, acrescidas com diferentes níveis de inclusão de milho (6, 12, 18, 24 e 30%). A composição das dietas encontra-se na Tabela 1.

Foram distribuídos 480 peixes, com peso inicial médio de 100g, em 24 tanques, totalizando 20 peixes por tanque. Todos os tanques possuíam sistema de circulação de água fechada com aeração constante e controle de temperatura. Esses tanques foram adaptados para a coleta de fezes (com fundo cônico cilíndrico).

Para a fabricação das rações os macroingredientes foram moídos, em seguida misturados aos micronutrientes e, então homogeneizado. Posteriormente foi adicionado o óxido de cromo e bem homogeneizado a ração. Antes de realizar a extrusão da ração, foram retiradas amostras aleatórias de todas as rações homogeneizadas e feita análise de cromo (BREMER NETO *et al.*, 2005) para verificar se o marcador estava bem incorporado a ração. Após essa certeza a ração foi extrusada (Extrusora Ex-Micro®). As rações foram secas em estufa de circulação forçada (55°C por 24 horas), após a extrusão.

Os peixes passaram por um período de adaptação a dieta de sete dias, onde a alimentação foi fornecida a vontade cinco vezes ao dia (8, 10, 12, 14, 16, 18 hs). Após a última alimentação, esperava-se 15 minutos e então, era realizada limpeza das paredes e fundo dos tanques. A água renovada, cerca de 30%. Após a renovação, o sistema de recirculação era desligado e o registro do copo coletor aberto (às 19hs).

Na manhã do dia seguinte, às sete horas, fechava-se os registros e era feita a coleta das fezes, sendo despejadas em uma peneira para a separação da água. As fezes coletadas foram dispostas em um pote e em seguida congeladas em freezer. Esse procedimento foi realizado até obter-se o volume de fezes necessário para a realização das amostras (15 dias).

Depois de coletado o volume suficiente para a realização das amostras, as fezes foram secas em estufa de circulação forçada por 72 hs a 55°C. Após secas, as amostras foram maceradas e triadas (separação de escamas e outros materiais) manualmente.

Foram realizadas análises bromatológicas das fezes, rações e do ingrediente testado. Para a matéria seca (MS) as amostras de fezes e ração foram submetidas à estufa por oito horas com temperatura de 105°C. As análises e os cálculos de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e energia bruta (EB), foram realizados de acordo com AOAC (1995). O óxido de cromo teve sua análise seguindo a metodologia proposta por BREMER NETO *et al.* (2005).

O cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDa) seguiram a metodologia proposta pelo NRC (2011).

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através do *software* Statistic 7.0 (STATSOFT, 2004) com a ANOVA seguido do teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Resultados

O milho apresentou, em sua composição bromatológica, 88,18% de matéria seca (MS), 2,08% de matéria mineral (MM), 8,13% de proteína bruta (PB), 4,42 kcal/g de energia bruta (EB), 4,15% de lipídeos (EE).

Os melhores resultados de aproveitamento da proteína e energia bruta se encontram no tratamento com 24% de inclusão do milho (Tabela 2).

O CDa da PB apresentou seu melhor aproveitamento com 24%, seguido de 6% de inclusão (Tabela 2). Apesar dos níveis com 24 e 6% não diferem estatisticamente, o melhor resultado foi observado para 24% de inclusão. O menor valor foi encontrado com 30% de inclusão.

O CDa da EB obteve valores de aproveitamento acima dos 83%, sendo que 24% de inclusão foi diferente dos demais, com melhor resultado (88,66%). Todos os outros níveis de inclusão obtiveram valores estatisticamente iguais.

Os níveis com 24% de inclusão apresentou 4,61 kcal/g de EB e 25,95% de PB, enquanto que o tratamento com 6% apresentou valor de PB de 28,73% (Tabela 3).

Discussão

Os valores de composição bromatológica encontrados para o milho obteve valores próximos aos encontrados na literatura. A MS apresentou valor de 88,18%, próximo ao encontrado por GONÇALVES *et al.* (2009) (88,55%), porém inferior ao encontrado por BOSCOLO *et al.* (2002) (90,34%). A MM, com valor de 2,08% foi superior aos valores encontrados por ROSTAGNO *et al.* (2011) (1,27%) e GONÇALVES *et al.* (2009) (1,35%). Na PB foi observado o valor de 8,13%, sendo este percentual semelhante ao encontrado por FURUYA *et al.* (2010) (8,36%), porém maior que o observado por ROSTAGNO *et al.* (2011) (7,88%) e GONÇALVES *et al.* (2009) (7,42%). Para a energia foi observado o valor de 4,42 Kcal/g, próximo ao encontrado por GONÇALVES *et al.* (2009) (4,21 Kcal/g), porém maior que os encontrados por FURUYA *et al.* (2010) (3,82 Kcal/g) e ROSTAGNO *et al.* (2011) (3,94 Kcal/g). O percentual de lipídeos encontrado foi de 4,15%, valor superior aos observados por GONÇALVES *et al.* (2009) (3,40%) e BOSCOLO *et al.* (2002) (4,27%).

A diferença entre os valores de composição observados entre o presente trabalho e os encontrados na literatura pode ser explicada por diferenças entre os solos em que foram cultivados os grãos, bem como a variedade da semente e o clima da região (GOES *et al.*, 2013). Segundo VIDAL *et al.* (2015), apesar de possuir um baixo teor proteico, o milho é uma excelente fonte de energia e é amplamente utilizado em dietas comerciais para peixes onívoros, sendo considerado um alimento energético padrão (GOES *et al.*, 2013).

O aproveitamento da PB apresentou altos valores de CDa da PB (95,16%), sendo o maior para 24% de inclusão e o menor valor 30% (92,69%). Apesar de elevado, está de acordo com os encontrados por BOSCOLO *et al.* (2002) (93,40%) e VIDAL *et al.* (2015) (92,90%), porém muito acima do valor observado para o CDa da PB por SILVA *et al.* (2016) (66,71%). Para o CDa da EB também foi observado um alto valor com 24% de inclusão (88,66%). Este valor está de acordo com o observado por GONÇALVES *et al.* (2009) (86,15%) e superior ao encontrado por GUIMARÃES *et al.* (2008) (67,34%), porém abaixo dos encontrados por SILVA *et al.* (2016) (93,49%).

Os diferentes valores encontrados neste e nos demais trabalhos mencionados podem estar associados a diversos fatores já registrados por outros autores como diferenças na composição das dietas referência e nas diferentes equações utilizadas (SILVA *et al.*, 2017; GUIMARÃES, 2006; CHO e BUREAU, 2001; TONINI *et al.*, 2012; ZUANON *et al.*, 2007; BOSCOLO *et al.*, 2002; NRC, 2011; MUKHOPADHYAY e RAY, 1997), porém o nível de inclusão do alimento testado parece exercer forte influência sob estes resultados, uma vez que o menor nível testado nos diferentes trabalhos foi de 30%. No presente trabalho percebe-se que os melhores aproveitamentos foram observados com 24% de inclusão e tanto o CDa da PB

quanto da EB apresentaram os piores resultados no tratamento com 30% de inclusão do milho. Visto a importância de determinar os CDa para os alimentos posto que estudos de digestibilidade têm por objetivo disponibilizar os valores dos nutrientes digestíveis para se formular rações balanceadas (GUIMARAES, 2006) também se faz necessário definir a proporção ideal, ou seja, o melhor nível que deve ser incluído o alimento testado para que se obtenha as melhores respostas em relação à digestibilidade. Desta maneira observa-se a importância do conhecimento do valor nutritivo dos alimentos permite que haja uma formulação precisa, econômica, relacionado à nutrição e segura do ponto de vista ambiental (PEZZATO *et al.*, 2009).

O aproveitamento da energia e proteína (CDa EB e PB) foram melhores no tratamento com 24%. Ainda que este não tenha apresentado o maior valor de PB em sua composição bromatológica, foi observado um maior valor de lipídeos e, segundo FURUYA (2010), o valor energético do MO está relacionado a sua composição em lipídeos e carboidratos. SILVA *et al* (2016) observaram bom aproveitamento da EB do milho e atribuíram este resultado ao processo de extrusão que faz com que haja um aumento da digestibilidade, de modo que propicia o fracionamento, a expansão e a gelificação do amido contido neste ingrediente.

A partir dos resultados aqui apresentados, pode-se constatar que a tilápia apresenta excelente capacidade de aproveitamento do milho, com uma excelente utilização dos carboidratos da dieta (BOSCOLO *et al.*, 2002). A inclusão do milho em dietas para tilápia torna-se, em função do seu baixo valor comercial (BOSCOLO *et al*, 2002; CARNEIRO *et al.*, 2017), um excelente ingrediente a ser utilizado para formulação de rações.

Conclusão

Os melhores resultados para os coeficientes de digestibilidade aparente foi com 24% de inclusão do milho. De modo que este valor pode ser acrescentado em dietas para tilápia do Nilo sem que haja prejuízo na digestibilidade da proteína e energia.

Referências

- ABIMORAD, E. G.; CARNEIRO, D. J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
- AOAC. **Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemists**. Arlington: AOAC, 1995, v. 2, p.1-30. 1995.
- BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A; COLDEBELLA, A. A tilápia do Nilo e sua industrialização. In: BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Industrialização de tilápias. Toledo: GFM Gráfica e Editora, 2007, 172p.
- BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.
- BRAGA, L. G. T.; BORGHESI, R.; CYRINO, J. E. P. Apparent digestibility of ingredients in diets for *Salminus brasiliensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.2, p.271-274, 2008.
- BREMER NETO, H.; FESSEL GRANER, C. A., PEZZATO, L. E., & PADOVANI, C. R. Determinação de rotina do crômio em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1, 5-difenilcarbazida. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 691-697, 2005.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na alimentação animal**. 2.ed. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010. 430p.
- CARNEIRO, W. F.; PANDINI, F.; SILVA, L. C. R.; SANTOS, L. D.; ROSSATO, K. A.; MEURER, F. Digestible protein requirement for Nile tilapia fed with rations based on soybean meal and corn. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 39, n. 4, p. 343-349, 2017.
- CHO, C.Y. & BUREAU, D.P. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. **Aquaculture**. v.32, 349-360, 2001.
- FAO – Food and Agriculture Organizations of the United Nations, 2016. **The state of world fisheries and aquaculture 2016 - SOFIA**, Rome: FAO, 2016. 226p.
- FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.
- GOES, R. H. T. B, SILVA, L. H. X; KENNYSON, K. A. **Alimentos e Alimentação Animal**. Dourados: Editora UFGD, 2013. 81p.

- GOES, R. H. T. B, SILVA, L. H. X; KENNYSON, K. A. **Alimentos e Alimentação Animal**.
Dourados: Editora UFGD, 2013. 81p.
- GONÇALVES G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; ROCHA, D. F. ; KLEEMAN, G.
K.; SANTA ROSA, M. J. Energia e nutrientes digestíveis de alimentos para a tilápia do Nilo.
Bol. Inst. Pesca. v.35 n.2 p. 201 - 213, 2009.
- GUIMARÃES, I. G.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; TACHIBANA, L. Nutrient
digestibility of cereal grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia.
Journal of the World Aquaculture Society, v.39, n.6, p.781-789, 2008.
- GUIMARÃES, I.G. **Digestibilidade aparente, pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*),
de alimentos extrusados**. 2006, p.65. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade
Estadual Paulista, 2006
- MEURER, F., HAYASHI, C., & BOSCOLO, W. R. Digestibilidade aparente de alguns
alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de
Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003.
- MUKHOPADHYAY, N.; RAY, A.K. The apparent total and nutrient digestibility of sal seed
(*Shorea robusta*) meal in rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Aquaculture
Research**, v.28, p.683-689, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of fish and shrimp**.
The national academies press, Washington, 2011, 379p.
- OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; FRACALOSSO, D. M. Coeficientes de digestibilidade aparente
de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1581-
1587, 2006.
- 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, supl.
espec., p.43-51, 2009.
- ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L., GOMES, P. C., OLIVEIRA, R. F.,
LOPES, D. C., FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. **Tabelas brasileiras
para aves e suínos**. 3 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 2011. 252p.
- SILVA, R. L.; ARAÚJO, E. P; ROCHA, M. K. H. R; DAMASCENO, F. M.; BARROS, M.
M.; PEZZATO, L. E. Valor nutritivo de alimentos energéticos para tilápia do Nilo. **Bol. Inst.
Pesca**, v.42, n.3, p.566-577, 2016.
- SILVA, T. R. M.; ANDRADE, M. L. S.; CHUNG, S.; BICUDO, A. J. ALMEIDA. Substituição
parcial do milho pelo resíduo de macarrão em dietas para tilápia-do-nilo. **Boletim do
Instituto de Pesca**, v.40, n.4, p.669-676, 2014.

- SILVA, T. S. C.; MORO, G. V.; SILVA, T. B. A.; DAIRIKI, J. K.; CYRINO, J. E. P. Digestibility of feed ingredients for the striped surubim *Pseudoplatystoma reticulatum*. **Aquaculture Nutrition**, v. 19, p.491-498, 2012.
- STATSOFT, **STATISTICA (Data Analysis Software System)**. Inc. Version 7. 2004.
- TONINI, W. C. T.; POLESE, M. F.; ABREU, M. L. C.; MATOS, D. C.; VIDAL JÚNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R. Digestibilidade aparente de alimentos proteicos e energéticos para *Trichogaster leeri*. **Rev. Bras. Saúde Prod. Animal**. v.13, n.2, p.569-577, 2012.
- VIDAL, L. V. O.; XAVIER, T. O.; MICHELATO, M.; MARTINS, E. N.; PEZZATO, L. E.; FURUYA, W. M. Apparent protein and energy digestibility and amino acid availability of corn and coproducts in extruded diets for Nile tilapia. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.46, n.2, p.183-190, 2015.
- ZUANON, J.A.S.; HISANO, H.; FALCON, D.R.; SAMPAIO, F.G.; BARROS, M.M; PEZZATO, L.E. Digestibilidade de alimentos proteicos e energéticos para fêmeas de beta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.987-991, 2007.

Anexos

Tabela 1: Composição percentual e nutricional da dieta referência utilizada para avaliar os diferentes níveis de inclusão de milho (MO).

INGREDIENTES	Referência(%)	6%	12%	18%	24%	30%
Antifúngico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Arroz Quirera	5,00	4,70	4,40	4,10	3,80	3,50
Cloreto de Colina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Milho	29,77	27,98	26,19	24,41	22,62	20,83
Oxido de Cromo	0,10	,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Farinha de Tilápia	17,83	16,76	15,69	14,62	13,55	12,48
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Farelo de Soja	21,22	19,95	18,67	17,40	16,12	14,85
Farelo de Trigo	24,96	23,46	21,96	20,47	18,97	17,47
Ingrediente Teste (MO)	0,00	5,92	11,85	17,78	23,70	29,63
Vitamina C	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100	100	100	100	100	100
NUTRIENTES						
CALCULADOS (%)						
Ácido Linoleico	1,30	1,33	1,37	1,41	1,44	1,48
Amido	30,84	32,70	34,56	36,43	38,29	40,16
Cálcio	1,51	1,43	1,34	1,25	1,16	1,07
ED Tilápia*	2974,17	2967,66	2961,15	2954,64	2948,13	2941,62
Fibra Bruta	3,80	3,67	3,55	3,42	3,30	3,17
P total	0,95	0,91	0,87	0,83	0,78	0,74
Gordura	4,07	4,04	4,01	3,99	3,96	3,93
Lisina	1,47	1,40	1,32	1,25	1,17	1,10
Metionina	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,39
Proteína Bruta	27,40	26,26	25,12	23,98	22,84	21,70
Treonina	1,07	1,02	0,98	0,93	0,89	0,84
Triptofano	0,28	0,27	0,25	0,24	0,23	0,21

¹Composição básica do produto: Vitamina A, Vitamina D3, vitamina E, Vitamina K3, Vitamina B1, Vitamina B2, Pantotenato de cálcio, Vitamina B6, Vitamina B12, Niacina, Ácido fólico, Biotina, Inositol, Sulfato de ferro, Sulfato de manganês, Sulfato de zinco, Iodato de cálcio, Selenito de sódio, Sulfato de cobre, Carbonato de cobalto, Sorbato de potássio, Antioxidante (ácido fosfórico, B. H. A, Etoxiqum, Ácido cítrico).

*Energia digestível da farinha de tilápia em kcal/kg.

Tabela 2: Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) dos diferentes níveis de inclusão do milho para a tilápias do Nilo.

	Níveis de Inclusão					<i>p</i>
	6%	12%	18%	24%	30%	
PB	94,70±0,29 ^{ab}	93,26±0,62 ^{bc}	93,20±0,70 ^{bc}	95,16±0,48 ^a	92,69±1,32 ^c	0,0014
EB	85,46±1,45 ^b	83,77±0,41 ^b	84,44±1,14 ^b	88,66±1,19 ^a	83,99±0,65 ^b	0,0000

Os valores estão expressos com base na matéria seca.

Letras distintas na mesma linha indicam diferenças estatísticas a 5% de significância.

Tabela 3: Composição bromatológica das dietas experimentais em níveis crescentes de inclusão de milho.

Trat	MS (%)	MM (%)	PB (%)	EB (Kcal/g)	EE (%)
0%	90,93	9,88	29,43	4,58	2,55
6%	92,17	9,72	28,73	4,54	2,46
12%	90,58	8,96	27,40	4,57	2,20
18%	90,46	8,43	27,56	4,63	2,25
24%	89,72	8,04	25,96	4,61	2,30
30%	90,18	7,83	24,08	4,59	1,96

(Trat = tratamento; MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; EB = energia bruta; EE = extrato etéreo/lipídeos).