

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ZOOTECNIA**

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA DE GOIABA (*Psidium guajava* L.) E DA FARINHA
DE MANGA (*Mangifera indica* L.) NA ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA-DO-NILO
(*Oreochromis niloticus*)**

SELDON ALMEIDA DE SOUZA

**SALVADOR – BAHIA
MARÇO – 2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ZOOTECNIA**

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA INTEGRAL DE GOIABA (*Psidium guajava* L.) E
DA FARINHA DE POLPA DE MANGA (*Mangifera indica* L.) NA
ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)**

**SELDON ALMEIDA DE SOUZA
Médico Veterinário**

**SALVADOR – BAHIA
MARÇO – 2017**

SELDON ALMEIDA DE SOUZA

UTILIZAÇÃO DA FARINHA INTEGRAL DE GOIABA (*Psidium guajava* L.) E DA FARINHA DE POLPA DE MANGA (*Mangifera indica* L.) NA ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Luiz Vítor Oliveira Vidal

SALVADOR - BA

MARÇO – 2017

Modelo de ficha catalográfica fornecido pelo Sistema Universitário de Bibliotecas da UFBA para ser confeccionada pelo autor

S726 Souza, Seldon Almeida de
UTILIZAÇÃO DA FARINHA INTEGRAL DE GOIABA (*Psidium guajava*
L.) E DA FARINHA DE POLPA DE MANGA (*Mangifera indica* L.) NA
ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*) /
Seldon Almeida de Souza. -- Salvador, 2017.
110 f.

Orientador: Luiz Vitor Oliveira Vidal.
Tese (Doutorado - Programa de pós-graduação em Zootecnia) --
Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal da Bahia,
2017.

1. Tilápia. 2. Nutrição. 3. Alimento alternativo. 4.
Desempenho. 5. Metabolismo. I. Vidal, Luiz Vitor Oliveira. II.
Título.

**UTILIZAÇÃO DA FARINHA INTEGRAL DE GOIABA (*Psidium guajava* L.) E
DA FARINHA DE POLPA DE MANGA (*Mangifera indica* L.) NA
ALIMENTAÇÃO DA TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)**

Seldon Almeida de Souza

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 31 de março de 2017

Salvador, 31 de março de 2017

Comissão Examinadora:

Dr. Luiz Vitor Oliveira Vidal
UFBA
Orientador / Presidente

Dr. Cláudio Vaz di Mambro Ribeiro
UFBA
Membro da Banca Examinadora

Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati
UFBA
Membro da Banca Examinadora

Dr^a. Ana Catarina Lüscher Albinati
UNIVASF
Membro Externo da Banca Examinadora

Dr^a. Denise Soledade Peixoto Pereira
UFRB
Membro Externo da Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia pelo apoio material e de seu corpo docente.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, nas pessoas dos senhores coordenadores dos laboratórios de Aquicultura e Bioquímica, por disponibilizar equipamentos e material para a realização deste estudo.

À EMBRAPA (SEMI-ARIDO) pela disponibilização do laboratório de Nutrição Animal.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Utilização da farinha integral de goiaba (*Psidium guajava* L.) em dietas de juvenis de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

	Página
Tabela 1– Formulação e composição química da dieta-referência do ensaio de digestibilidade da farinha integral de goiaba.....	33
Tabela 2 – Composição química e valores dos conteúdos em aminoácidos da dieta-referência e da farinha integral de goiaba (valores expressos na matéria seca).....	34
Tabela 3 – Formulação e composição química das dietas experimentais, com diferentes níveis de inclusão de farinha integral de goiaba na dieta de tilápia-do-Nilo (expressos na matéria seca).....	38
Tabela 3 (continuação) – Formulação e composição química das dietas experimentais, com diferentes níveis de inclusão de farinha integral de goiaba na dieta de tilápia-do-Nilo (expressos na matéria seca).....	39
Tabela 4 – Valores médios percentuais dos coeficientes de digestibilidade e disponibilidade aparente dos nutrientes e aminoácidos da farinha integral de goiaba em juvenis de tilápia-do-Nilo.....	48
Tabela 5 – Valores médios das variáveis de desempenho de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com a inclusão de farinha integral de goiaba.....	51
Tabela 6 – Variáveis metabólicas de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão de farinha integral de goiaba.....	55

Capítulo 2

Utilização da farinha de polpa de manga (*Mangifera indica* L.) em dietas para juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

	Página
Tabela 7 – Composição química e valores dos conteúdos em aminoácidos da dieta-referência e da farinha de polpa de manga (valores expressos na matéria seca).	62

Tabela 8 – Formulação e composição química da dieta-referência do ensaio de digestibilidade da farinha de polpa de manga.....	63
Tabela 9 – Formulação e composição química das dietas experimentais, com diferentes níveis de inclusão de farinha de polpa de manga na dieta de tilápia-do-Nilo, valores expressos em gramas por quilograma de matéria seca.....	67
Tabela 9 (Continuação) – Formulação e composição química das dietas experimentais, com diferentes níveis de inclusão de farinha de polpa de manga na dieta de tilápia-do-Nilo, valores expressos em gramas por quilograma de matéria seca.....	68
Tabela 10 – Valores médios dos coeficientes de disponibilidade aparente dos aminoácidos e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes da farinha de polpa de manga para juvenis de tilápia-do-Nilo.....	74
Tabela 11 – Valores médios das variáveis de desempenho de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com a inclusão de farinha de polpa de manga.....	77
Tabela 12 – Variáveis metabólicas e hematológicas de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão de polpa de manga.....	80

LISTA DE GRÁFICOS

Apêndices

	Páginas
Gráfico 1 – Curva diluição padrão de ácido tânico ($0,1 \text{ mg. mL}^{-1}$)	109
Gráfico 2 – Representação gráfica do comportamento linear quadrático da atividade da enzima aspartato aminotransferase (AST) plasmática com a inclusão de FIG.....	109
Gráfico 3 – Representação gráfica do comportamento exponencial da atividade da enzima aspartato aminotransferase (AST) hepática com a inclusão de FIG.....	110
Gráfico 4 – Representação gráfica do comportamento linear quadrático das reservas em glicogênio hepático com a inclusão de FPMA.....	110

LISTA DE QUADROS**Anexos****Páginas**

Quadro 1 – Classificação dos taninos quanto a estrutura química.....	107
--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AA – Aminoácidos;
- AAD – Aminoácidos digestíveis;
- ALB – Albumina;
- ALD – Amido lentamente digerido;
- ALT – Alanina amino transferase;
- AMIL – amilase intestinal;
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists;
- AR – Amido resistente;
- AR1 – Amido resistente do tipo 1, amido fisicamente inacessível;
- AR2 – Amido resistente do tipo 2, grânulos de amido nativos;
- AR3 – Amido resistente do tipo 3, amido retrogradado;
- ARD – Amido rapidamente digerido;
- AST – Aspartato amino transferase;
- BF – Biomassa final;
- CDAA – Coeficiente de disponibilidade aparente de aminoácidos;
- CAA – Conversão alimentar aparente;
- CDA – Coeficiente de digestibilidade aparente;
- CHCM – concentração de hemoglobina corpuscular média;
- cm – centímetros;
- CO₂ – Dióxido de carbono;
- COL – colesterol;
- CPF – Comprimento padrão final;
- DIC – Delineamento inteiramente casualizado;
- DR – Dieta referência;
- DT – Dieta teste;
- EB – Energia bruta;
- EE – Extrato etéreo;
- ENN – Extrato não-nitrogenado;

FAO – Food and Agriculture Organization of The United Nations

FB – Fibra bruta;

FIG – Farinha integral de goiaba;

FPMA – Farinha de polpa de manga;

g – gramas;

$g.kg^{-1}$ – gramas por quilograma;

$g.l^{-1}$ – gramas por litro;

$gAG.Kg^{-1}$ – gramas equivalentes de ácido gálico;

$gAT.Kg^{-1}$ – gramas equivalentes de ácido tânico;

GB – Ganho de biomassa;

GLIC – glicemia;

GLICOG – glicogênio hepático;

GLIGO – glicogênio hepático;

GP – Ganho de peso;

H₂O – água;

HB – hemoglobina;

HPLC – High Performance Liquid Chromatography;

HT – hematócrito;

ID – Indicador na dieta;

IF – Indicador nas fezes;

IHS – Índice hepatossomático;

kg – Quilogramas;

Lys – Aminoácido lisina;

MM – Matéria mineral;

mM – Milimolar;

MS – Matéria seca;

NAD – Nicotinamida adenina dinucleotídea oxidada;

NADH – Nicotinamida adenina dinucleotídea reduzida;

ND – Nutrientes digestíveis;

nm – Nanômetros;

NRC – National Research Council

PB – Proteína bruta;

PD – Proteína digestível;

PEG – Polietilenoglicol;

PF – Peso final;

pH – Potencial hidrogeniônico;

PRFV – Plástico com reforço de fibra de vidro;

PSNA – Polissacarídeos não-amiláceos;

PT – proteína total;

PVPP – Polivinilpirrolidona;

RC – Rendimento de carcaça;

TCE – Taxa de crescimento específico;

TGO – Transaminase glutâmico oxalacética;

TGP – Transaminase glutâmico pirúvica;

TRIG – triglicerídeos;

UNIVASF – Universidade Federal do Vale do São Francisco;

US\$ – Dólares Americanos.

VIT. C. re – vitamina C resistente a temperatura e solubilização em água.

SUMÁRIO

	Página
Introdução geral.....	16
Revisão de literatura.....	18
1. A tilápia.....	18
2. Alimentos alternativos energéticos para peixes.....	18
2.1. Resíduos agroindustriais de frutas.....	19
2.1.1 Fatores antinutricionais em frutas.....	20
2.2. Carboidratos.....	22
2.2.1. Os carboidratos não amiláceos.....	23
2.2.2. Digestibilidade dos carboidratos.....	25
3. Avaliação da homeostase em peixes.....	26

Capítulo 1

Utilização da farinha integral de goiaba (*Psidium guajava* L.) em dietas de juvenis de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

	Página
Resumo.....	29
Abstract.....	30
Introdução.....	31
Material e métodos.....	32
1. Ensaio de digestibilidade.....	32
1.1. Confeção da farinha integral de goiaba.....	32
1.2. Preparação da dieta-referência e dieta-teste.....	32
1.3. Instalações e equipamentos.....	35
1.4. Peixes e protocolo de coleta de fezes.....	35
1.5. Cálculo dos CDA e CDAA da energia e nutrientes.....	36
2. Ensaio de desempenho com inclusão de FIG.....	37
2.1 Peixes utilizados e instalações.....	37
2.2 Delineamento experimental.....	37
2.3 Dietas experimentais.....	37
2.4 Coleta de material biológico e dados de desempenho.....	39
3. Análises químicas.....	40
3.1. Análise da qualidade de água.....	40
3.2. Composições químicas bromatológicas.....	40
3.3 Teores de polifenóis totais.....	41
3.4 Análises bioquímicas do plasma e tecidos hepático e intestinal	42

3.4.1 Coleta de plasma.....	42
3.4.1.1 Análise das variáveis metabólicas do plasma.....	42
3.4.1.2 Aminoácidos plasmáticos livres	43
3.4.1.3 Atividade plasmática da enzima AST.....	43
3.4.2. No tecido intestinal.....	43
3.4.2.1 Preparação do extrato enzimático.....	43
3.4.2.2 Análise da atividade enzimática	44
3.4.3. No tecido hepático.....	44
3.4.3.1 Extração e dosagem do glicogênio hepático	44
3.4.3.2 Transaminases hepáticas.....	45
3.4.3.2.1 Extração das enzimas	45
3.4.3.2.2 Avaliação das atividades enzimáticas.....	45
4 Análises Estatísticas	45
Resultados e discussão	46
1. Ensaio de digestibilidade.....	46
2. Ensaio de desempenho	49
Conclusões	56

Capítulo 2

Utilização da farinha de polpa manga (*Mangifera indica* L.) em dietas de juvenis de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Resumo.....	58
<i>Abstract</i>	59
Introdução.....	60
Material e métodos.....	61

1. Ensaio de digestibilidade.....	61
1.1 Confeção da farinha de polpa de manga.....	61
1.2 Preparação das dietas referência e teste.....	62
1.3 Instalações e equipamentos.....	64
1.4 Peixes e protocolo de coleta de fezes.....	64
1.5 Cálculo dos CDA e CDAA da energia e nutrientes.....	64
2. Ensaio de desempenho com inclusão de FPMA.....	65
2.1 Peixes utilizados e instalações.....	65
2.2 Delineamento experimental.....	66
2.2.1 Dietas experimentais.....	66
2.2.2 Coleta de material biológico e dados de desempenho.....	68
3. Análises químicas.....	69
3.1. Análise da qualidade de água.....	69
3.2 Composições químicas bromatológicas.....	69
3.3 Teores de polifenóis totais.....	70
3.4 Análises bioquímicas do plasma e tecido hepático.....	70
3.4.1 No tecido hepático.....	70
3.5. Análise hematológica.....	71
4. Análises estatísticas dos dados.....	71
Resultados e discussão.....	72
1. Ensaio de digestibilidade.....	72
2. Ensaio de desempenho.....	74
Conclusões.....	81
Considerações finais e implicações.....	82
Referências	83
Anexos.....	106
Apêndices.....	108

INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de pescados experimentou um crescimento médio anual de 3,2% nos últimos 50 anos, fato que se atribui em parte ao crescimento populacional e ao aumento do consumo de alimentos mais saudáveis (BRABO et al., 2016). Sendo que 80% da produção mundial de peixes em cultivo é constituída por tilápias, carpas e bagres (LITTLE et al., 2016). O Brasil possui ótimas condições de produção piscícola por sua disponibilidade hídrica, clima e uma biodiversidade, entretanto, a produção aquícola nacional se encontra muito aquém de outros produtores mundiais (BOSCARDIN, 2015), mesmo assim, ocupa a segunda posição da América do Sul perdendo apenas para o Chile (SCORVO FILHO et al., 2010).

De acordo com os dados de Kirchner et al. (2016), o Nordeste brasileiro apresenta 29,16% do total de propriedades aquícolas produtoras de peixes de água doce e 32,16% do total nacional dos criadouros com fins comerciais, o que demonstra sua importância. O cultivo da tilápia tem sido o maior destaque no cenário da aquicultura brasileira (BOSCARDIN, 2015; VICENTE et al., 2014). Porém, o mercado para os produtos aquícolas sofre variações de preço, em grande parte devido a flutuações na oferta de insumos para produção. Segundo Sonoda et al. (2016), o custo destes insumos, no período entre 2001 a 2015, impactou em até 50% do custo de produção, sendo que os ingredientes que mais influenciaram o custo da ração foram o milho em grão e o farelo de soja, que juntos corresponderam a 52% do preço dos ingredientes utilizados em formulação de rações na fase inicial.

Quando proporcionada corretamente, a alimentação dos animais leva à redução da conversão alimentar, incremento do ganho de peso e redução dos custos de produção (BARROS et al., 2016). Assim, conhecer novas fontes de nutrientes, bem como suas características fisiológicas e nutricionais tem sido de suma importância para determinar alternativas economicamente viáveis.

O Vale do Submédio do São Francisco em seus dois principais municípios – Juazeiro da Bahia e Petrolina Pernambuco – formam um grande polo produtor de frutas do Brasil, voltada para exportação (DE SOUZA LEÃO et. al., 2016) algo em torno de 120.000 hectares que produzem um milhão de toneladas de frutas ao ano, sendo que 30%

são direcionados para o mercado de exportação (BATISTA et al., 2015). Concomitantemente, sabe-se que as perdas de produtos hortifrutigranjeiros na cadeia entre o produtor e o consumidor são estimadas entre 30 e 40 % (BARCHI et al., 2002; DURIGAN et al., 2005). Frutos como a manga e goiaba são muito perecíveis, com curto período de conservação em temperatura ambiente (JACOMINO, 2003) e as frutas e hortaliças que perdem qualidade ou sofrem danos mecânicos não conseguem ser comercializadas, e por muitas vezes, tornam-se resíduos despejados no ambiente como lixo (VIGNEAULT et al., 2002; MARTINS; FARIAS, 2002; VILELA et al., 2003; PARFITT et al., 2010).

A viabilidade do uso industrial de um alimento alternativo é condicionada a alguns critérios, como seu custo, além da disponibilidade regional ou nacional e em quantidade que garanta seu fornecimento, e também que não influencie negativamente o desempenho dos animais. Para definir tal viabilidade, deve-se construir um amplo conhecimento das características nutricionais, digestibilidade e biodisponibilidade dos nutrientes nele contidos, bem como avaliar a presença de fatores antinutricionais (HISANO et al., 2008). Assim, este estudo visou a determinação do valor nutricional e aplicação em formulação balanceadas das farinhas de polpa de manga e farinha integral de goiaba na alimentação de tilápias-do-Nilo.

REVISÃO DE LITERATURA

1. A tilápia

A tilápia-do-Nilo é um peixe pertencente à família CICHLIDAE e originário do continente africano, nas bacias dos rios Nilo, Níger, Chade e dos lagos do centro-oeste daquele continente, e que foi introduzido em mais de 100 países localizados em áreas de climas tropicais e subtropicais. São conhecidas mundialmente mais de 100 espécies de tilápias agrupadas em seis gêneros: *Tilapia*, *Tristamella*, *Danakilia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis* e *Pelmatochromis*, além dos híbridos comerciais; porém os três gêneros com maior importância para cultivo são: *Tilapia*, *Oreochromis* e *Sarotherodon* (KUBTIZA, 2000; POVH et al., 2005; GEORGE, 2006; PUSHPALATHA et al., 2016).

A tilapicultura tem sido implantada em países da Ásia, como o Sri Lanka, visando à criação de renda suplementar e gerar meios de subsistência para famílias de baixa renda de áreas rurais desde 1983 (PUSHPALATHA et al., 2016). Já no Brasil, a tilápia (*O. niloticus*) é a principal espécie de peixe cultivada, em parte devido às suas características biológicas de rusticidade, bem como sua boa adaptação aos sistemas de produção de maior intensidade, como os feitos em tanques-rede. Para Vicente et al. (2014), o Brasil possui potencial para ser o maior produtor mundial de tilápia, observa-se que a produção de tilápias-do-Nilo em sistemas em tanques-rede tem uma tendência clara em ser implantada em grandes reservatórios de água pública, objetivando a diminuição dos custos iniciais de implantação (FURUYA et al., 2010).

2. Alimentos alternativos energéticos para peixes

Há grande variedade de pesquisas sobre o uso de alimentos ricos em carboidratos como fontes de energia na alimentação de peixes, por sua grande disponibilidade e preço (KROGDAHL et al., 2005; BOSCOLO et al., 2011; LOVATTO et al., 2013). Em virtude de peixes herbívoros ou onívoros apresentarem o trato digestório mais adaptado à utilização de carboidratos (IRVIN et al., 2015), são espécies com maior potencial para a inclusão de ingredientes energéticos ricos em carboidratos. Por outro lado, para determinar o potencial de uso de um ingrediente energético alternativo é fundamental

conhecer também a digestão e metabolismo desta fonte em diferentes espécies, que atendam suas exigências para não comprometer seu desempenho. As frutas, de modo geral, são estruturas das plantas que resguardam importantes teores em muitos nutrientes e, em maior quantidade, carboidratos (FERNANDES et al., 2007; BATISTA et al., 2015; MORZELLE et al., 2015). Grandes quantidades de carboidratos solúveis, tais como açúcares redutores e não-redutores, amido e substâncias pécnicas têm sido descritos em polpas de frutas (YAMAGUCHI et al., 2014; MORZELLE et al., 2015; BATISTA et al., 2015), sendo seus teores variáveis com as espécies, variedades, condições de cultivo (BATISTA et al., 2015), ou mesmo com a parte da fruta utilizada (RÉGIS et al., 2015).

2.1. Resíduos agroindustriais de frutas

A busca de fontes alternativas de nutrientes para a alimentação de peixes tem gerado diversos estudos com resíduos agroindustriais (SANTOS et al., 2009; TORELLI et al., 2010; BERGAMIN et al., 2013a; PESSOA et al., 2013; SILVA et al., 2014). O Brasil é um país com vasta produção agrícola de muitos produtos com potencial para uso na nutrição de peixes (PASCOAL et al., 2006). Este país é o 3º maior produtor mundial de frutas (41,6 milhões de toneladas no ano de 2013), perdendo apenas para a China e Índia. No Brasil, a despeito das sucessivas quedas na produção nacional (REETZ et al., 2015), as frutas continuam gerando enormes volumes de produtos e de coprodutos oriundos da indústria de processamento e das perdas nos processos de produção e pós colheita (MARTINS; FARIAS, 2002; DURIGAN et al., 2005).

A fruticultura apresenta perdas, como já foi dito (BARCHI et al., 2002) e esta matéria-prima é tratada muitas vezes como resíduo, tendo destino inadequado, desprezando-se este insumo que poderia ser viável para diversos fins. Produtos oriundos da fruticultura brasileira têm suscitado pesquisas visando o aproveitamento de seus conteúdos energéticos formados principalmente por carboidratos (LIMA et al., 2011; MELO; SEABRA et al., 2012; SOUZA et al., 2013; BEZERRA et al., 2014; LAZZARI et al., 2015; XAVIER et al., 2016).

Porém, segundo Boscolo et al. (2011), apesar de o Brasil possuir um grande número de espécies de peixes com potencial para cultivo com diferentes hábitos alimentares e, a despeito da existência de estudos relevantes, são ainda escassas as

pesquisas que determinem as exigências dos nutrientes, como carboidratos, vitaminas, minerais e, em especial, de aminoácidos. Por isso, é necessário um levantamento criterioso dos conteúdos em aminoácidos e demais nutrientes das possíveis fontes alternativas.

2.1.1. Fatores antinutricionais em frutas

As frutas utilizadas na alimentação humana e animal foram selecionados ao longo de milênios, pelos próprios seres humanos, de modo a possuir pequeno ou até nenhum efeito deletério para os que os consumam. Porém, em muitos casos, algumas substâncias podem causar efeitos negativos sobre os processos digestórios, dependendo da quantidade ingerida ou da técnica de processamento utilizada no seu preparo. Estas substâncias são denominadas fatores antinutricionais – FAN (GILANI et al., 2012).

Os conteúdos em carboidratos não digestíveis não são normalmente considerados como um fator antinutricional per se, porém dependendo do seu teor na ingesta de peixes, poderá apresentar efeito negativo sobre a digestão e absorção dos nutrientes (KROGDAHL et al., 2005; SINHA et al., 2011; IRVIN et al., 2015).

Os carboidratos não digestíveis são divididos em dois grupos com efeitos diferentes no que diz respeito à digestão de peixes: os formados pelos polissacarídeos não amiláceos solúveis e outro pelos insolúveis (também denominados como fibras solúveis e insolúveis) (IRVIN et al., 2015). As fibras solúveis interferem na viscosidade do bolo alimentar formando uma barreira física nos nutrientes, impedindo a ação das enzimas digestíveis, bem como agem sobre o trânsito intestinal, aumentando-o. Desta forma, diminuem o tempo de contato da ingesta com as vilosidades intestinais e enzimas digestivas, sendo considerado o grupo que mais afeta negativamente a digestibilidade e biodisponibilidade da maioria dos nutrientes em dietas de peixes (ELANGO VAN; SHIM, 2000; STECH et al., 2010; GILANI, 2012; SILVA et al., 2016; MELO et al., 2016). Já as fibras insolúveis, constituídas principalmente por fibras de celulose e lignina, causam distensão do trato digestório, o que leva o animal à saciedade mais rapidamente; em altos teores, diminuem o trânsito intestinal, ocasionando diminuição do consumo (SINHA et al., 2011).

Sinha et al. (2011) referem-se a vários estudos que dão conta de que tilápias alimentadas com dietas ricas em fibras solúveis apresentaram aumento da viscosidade do bolo alimentar e reduziram o consumo de matéria seca o que reduziu a absorção de minerais como o sódio, refletindo negativamente na absorção de peptídeos e glicose.

Outro grupo de substâncias consideradas antinutricionais é formado pelos taninos. Estes são compostos fenólicos (quadro 1 - apêndice) de ocorrência natural em vegetais e com origem no metabolismo dos ácidos chiquímico (proantocianidinas condensadas, catequinas ou taninos condensados) e gálico ou elágico (taninos hidrolisáveis), sendo encontrados em diversas fontes vegetais utilizadas na nutrição de peixes (ANGELO; JORGE, 2007; HAIDA et al., 2011; GILANI et al., 2012). Os taninos são considerados fatores antinutricionais por produzirem efeito negativo sobre a digestibilidade da proteína, de carboidratos e minerais (PINTO et al., 2001; PINTO et al., 2004; DELFINO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010), bem como por diminuir a atividade de enzimas digestivas e provocarem alterações na mucosa do trato digestivo, além de desencadearem efeitos tóxicos (SREERAMA, et al., 2010).

Os taninos, através de seus grupamentos hidroxilas-fenólicos, formam complexos insolúveis com proteínas, celulose e pectina. Eles causam dificuldades na digestão, seja por se associarem às enzimas digestivas, formando compostos tóxicos, ou por ligarem-se aos nutrientes do bolo alimentar (LIENER, 1994; GILANI et al., 2012).

Entretanto, informações que relacionem os possíveis efeitos do tanino nos peixes ainda são muito limitadas (NRC, 2011). Por exemplo, a carpa comum demonstrou tolerar níveis de até 20g de tanino por kg da dieta sem apresentar qualquer efeito sobre o consumo ou crescimento (BECKER; MAKKAR, 1999). Pinto et al. (2000; 2004) observaram que níveis de tanino de até 0,42 mg na dieta não afetaram a digestibilidade da matéria seca e níveis de até 0,46 mg não afetaram a digestibilidade da proteína para tilápia do Nilo. Porém, Furuya et al. (2004), ao analisarem o sorgo na alimentação de tilápia do Nilo, observaram que a presença do tanino diminuiu a digestibilidade desse alimento. Já Stech et al. (2010), ao avaliarem o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína da soja em pacu, consideraram que a quantidade 8,22 mg de tanino presente na ração não foi suficiente para causar efeito que pudesse comprometer a proteína digestível.

Segundo Gilani et al. (2012), de forma geral os taninos são resistentes aos tratamentos térmicos e, visando sua retirada dos alimentos, diferentes tratamentos

tecnológicos experimentais têm sido estudados para a redução de seus teores, tais como imersão em água ou em solução alcalina (retirada da fração solúvel), retirada da parte do vegetal que possua maior teor (descascamento de grãos), adição de solventes que o retirem por afinidade como a polivinilpirrolidona (PVPP) e o polietilenoglicol (PEG) ou mesmo gelatina. Em sua maioria, estes processos têm-se mostrado ineficientes, trabalhosos ou caros.

2.2. Carboidratos

Segundo Nelson e Cox (2011), os carboidratos são o grupo de biomoléculas mais abundantes no planeta, sendo sintetizadas a partir de moléculas de CO_2 e H_2O , nas células possuidoras de pigmentos fotossintéticos; tais autores estimam que, por ano, mais de 100 bilhões de toneladas métricas destas matérias primas são convertidas em celulose, amido, açúcares e outros compostos celulares. Estas moléculas são fonte importante de energia para seres não fotossintetizantes. Além disto, polímeros insolúveis de carboidratos compõem a parede de bactérias, atuam como molécula estrutural dos vegetais, nos tecidos conectivos dos animais, servem de lubrificante nas articulações sinoviais dos ossos longos, também participam nos processos de reconhecimento e adesão intercelular e, quando conjugados com proteínas ou lipídios, trabalham como sinalizadores internos das células. Os carboidratos são definidos como poliidroxi-aldeídos ou cetonas, com fórmula mínima $(\text{CH}_2\text{O})_n$, podendo ainda ser nitrogenados, fosforados e sulfurados.

Quanto ao tamanho das cadeias poliméricas têm-se os monossacarídeos, compostos de unidades simples, sendo a D-glicose, também conhecida como dextrose (seis carbonos), a mais abundante deste grupo na natureza; os oligossacarídeos, formados por cadeias curtas com até 19 resíduos de monossacarídeos unidos por ligações glicosídicas. Como exemplo, temos a sacarose ou sucrose (açúcar da cana), composto por um resíduo de D-glicose e outro de D-frutose. Já os polissacarídeos são formados por 20 ou mais resíduos de monossacarídeos. Os carboidratos podem ser classificados como fibrosos e não fibrosos, do ponto de vista da sua solubilidade no trato gastrointestinal dos animais, sem levar em consideração a ação microbiana sobre os mesmos (MERTENS, 1997).

Os carboidratos fibrosos são representados pelos polissacarídeos insolúveis e não digestíveis no trato gastrointestinal de peixes (KROGDAHL et al., 2005; NRC, 2011), que são capazes de causar efeitos físicos negativos sobre a digestibilidade nestes animais, aumentando a taxa de passagem do bolo alimentar. Como maiores representantes destes carboidratos, tem-se a celulose e a hemicelulose (BOMFIM; LANNA, 2004; BOOTH et al., 2013; BERGAMIN et al., 2013b).

Já os solúveis são, em sua maioria, aqueles polissacarídeos com conteúdo energético de relevância para a maioria dos peixes (BERGOT; BREQUE, 1983). Segundo Detmann e Valadares Filho (2010), a fração analítica dos carboidratos não fibrosos consiste em grande parte de carboidratos amiláceos, possuindo também, outros polissacarídeos estruturais presentes na parede celular dos vegetais tais como a pectina (WILLATS et al., 2001), um polímero de ácido metil-galacturônico β (1-4), solúvel, porém indigestível para a maioria dos peixes (ELANGOVAN; SHIM, 2000). Em teores elevados, suas partículas se adsorvem sobre as do alimento formando uma barreira física para a ação das enzimas digestivas, bem como a sua presença também leva a um aumento na taxa de passagem intestinal, de modo geral, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta (HAYASHI et al., 2000; BOMFIM; LANNA, 2004).

2.2.1. Os carboidratos não amiláceos

Este termo abriga uma gama enorme de diferentes polissacarídeos, excetuando-se os α -glicosídicos tais como o amido e glicogênio. A classificação muda de acordo com o critério utilizado. Os polissacarídeos não amiláceos (PSNA) foram inicialmente classificados, no século XIX, com base no método de extração e isolamento, na Estação Experimental de Weende, quando foram adotadas quatro frações analíticas como representantes dos nutrientes nos alimentos: as cinzas ou material mineral (MM); a proteína bruta (PB); a gordura bruta ou extrato etéreo (EE); e a fibra bruta (FB). Esta última é definida como o resíduo proveniente da extração ácida e alcalina sequencial. Um quinto grupo foi incluído posteriormente a esta classificação para albergar os componentes não contidos nos demais, os chamados extratos não nitrogenados (ENN), obtidos por estimativa e sendo a diferença entre os 100% da matéria e a soma das outras

frações analíticas, expressado pela fórmula $ENN=100-MM-PB-EE-FB$ (DETMANN; VALADARES FILHO, 2010). Pressupostamente as frações analíticas fibra bruta (FB) e extrato não nitrogenado (ENN) representariam, respectivamente, os carboidratos estruturais e os de reserva, contidos nos vegetais. Porém, o processo de extração ácido/alcalino causa solubilização da hemicelulose – polissacarídeo estrutural – e a extração alcalina solubiliza a lignina, composto polifenólico indigestível para todos os animais (DETMANN; VALADARES FILHO, 2010).

Logo, a FB seria formada por celulose e a parte insolúvel em álcali da lignina e resíduos de hemicelulose e grande parte da hemicelulose e lignina estariam inclusas no ENN, fração que deveria conter os carboidratos mais solúveis e de maior digestibilidade (DETMANN; VALADARES FILHO, 2010) e, por este motivo, não sendo um indicativo preciso do valor nutricional para monogástricos.

A classificação que mais claramente reflete o valor dos conteúdos em nutrientes para peixes é a que divide os polissacarídeos em três grupos principais: celulose, polímeros não celulósicos e polissacarídeos pécticos (SINHA et al. 2011).

Assim, os PSNA não-celulósicos como a pectina, gomas e a hemicelulose solúvel, causam “efeito barreira” à ação das enzimas hidrolíticas do trato gastrointestinal dos peixes, circundando os nutrientes nas células vegetais (grãos de amido no endosperma, as proteínas e lipídios encerradas dentro das paredes celulares) e o tratamento térmico sozinho é insuficiente para liberar os nutrientes encapsulados (FREITAS et al., 2007). A hidrólise da celulose é insignificante em animais pluricelulares, ocorrendo de modo relevante apenas em algumas bactérias, fungos e protozoários (SANOMIYA; NAHAS, 2003; GIOVEDY et al., 2012). Portanto, a celulose, apesar de abundante em ingredientes vegetais, não possui valor nutricional em dietas para peixes.

Porém, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos no sentido de desenvolver tecnologias de processamento que possibilitem a hidrólise enzimática da celulose, e de outros polissacarídeos não-amiláceos, tornando-os assim uma possível fonte de energia de baixo custo (OLIVEIRA, 2006; SILVA et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007; SIGNOR et al., 2010; TACHIBANA et al., 2010; CAVALHEIRO et al., 2014), além de promover efeito positivo sobre a digestibilidade da matéria seca (MS), da PB e dos lipídios nas

dietas (OLIVEIRA et al., 2007; SILVA et al., 2007; SIGNOR et al., 2010; TACHIBANA et al., 2010; SIGNOR et al., 2013).

2.2.2. Digestibilidade dos carboidratos

A digestibilidade dos carboidratos em dietas para peixes varia conforme sua complexidade e tratamento tecnológico, com a espécie e com a temperatura do meio aquático (BOOTH et al., 2013; AMIN et al., 2014). Ela também pode ser afetada por fatores intrínsecos, como a presença de complexos amido-lipídio e amido-proteína, de inibidores da α -amilase e de polissacarídeos não amiláceos (THARANATHAN, 2002; GLENCROSS, 2009); ou por fatores extrínsecos que determinem a acessibilidade física do amido contido em estruturas vegetais, tempo de trânsito do alimento, quantidade de amido presente no alimento e a presença de outros componentes que podem retardar a hidrólise enzimática (TEIXEIRA et al., 1998; BOMFIM; THARANATHAN, 2002; LANNA, 2004). Portanto deve-se conhecer bem o tipo de carboidrato contido nas fontes eleitas para formulações de dietas e suas propriedades tecnológicas ao processá-las.

Após tratamento térmico, o amido sofre alterações em sua estrutura levando a mudanças nas propriedades fisicoquímicas e nutricionais (SALGADO; FARO et al., 2005; WALTER et al., 2005; BRAGA, 2012). Muitos alimentos ricos em amido após processamento contêm maior teor aparente de polissacarídeos não amiláceos do que os produtos crus correspondentes. Análises posteriores revelaram que este aumento é devido à formação de um composto n-glicosídico, constituído principalmente de amilose retrogradada, aparentemente com alta resistência à digestão, nomeado de amido resistente (ENGLYST et al., 1982).

As formas de mensuração da disponibilidade dos aminoácidos presentes na dieta não refletem seus teores com exatidão, por sofrer interferência dos aminoácidos de origem nos processos de secreção e descamação do epitélio intestinal, bem como das perdas por fermentação microbiana na luz do tubo intestinal (STEIN et al., 2005).

Mesmo não havendo precisão, a determinação da digestibilidade de ingredientes tem demonstrado ser uma forma eficiente de avaliar seu valor nutritivo e sua qualidade e quantificação dos resíduos gerados por estas dietas, sendo uma ferramenta útil nos estudos de impacto no ambiente aquático (GUIMARÃES et al., 2011; BUENO et al.,

2012). As tilápias apresentam elevada capacidade de aproveitamento de ingredientes de origem animal e vegetal, possibilitando a elaboração de dietas eficientes com menor custo (FURUYA et al., 2001; ARAÚJO et al., 2012; BERGAMIM et al, 2013; GODOY et al., 2016).

Processamentos tecnológicos como a extrusão aumentam a digestibilidade dos nutrientes e energia. Submetendo o alimento a uma combinação de umidade, pressão e calor que o leva a modificações estruturais tais como expansão da mistura de ingredientes e gelatinização do amido, o que permite o aumento na exposição dos nutrientes contidos no interior das células vegetais e assim aumentando, em especial, a digestibilidade do amido (FARIA; STABILLE, 2007).

3. Avaliação da homeostase em peixes

Dietas contendo novos ingredientes para animais de produção demandam mais do que apenas saber seus efeitos no crescimento, na produção de proteína e nos custos. A procura dos consumidores por alimentos saudáveis e a crescente preocupação com o bem-estar dos animais, têm levado vários pesquisadores ao uso da análise de intermediários metabólicos e da atividade de enzimas endógenas como forma de determinar o estado de saúde e o estado nutricional dos peixes (DE SOUZA MOURA et al., 2007; ROSSATO et al., 2013; LOVATTO et al., 2013; BOU et al., 2014; BENEDITO-PALOS et al., 2016). A escolha dos intermediários metabólicos ou enzimas chaves a serem mensuradas dependerá da via específica que se deseja avaliar.

As variáveis hematológicas são índices extremamente dinâmicos, que refletem diretamente o estado metabólico nutricional e sanitário de peixes (AKRAMI, 2013), o que as tornam ferramentas de valor diagnóstico na avaliação dos efeitos metabólicos de novos ingredientes na dieta.

A avaliação da atividade enzimática do tubo digestório, é importante na adequação de novas dietas artificiais aos conteúdos enzimáticos existentes na espécie de peixe cultivada. Bem como, esta avaliação determina os tipos de interações com a matriz dos ingredientes usados, detectando possíveis reduções de atividade e consequentes diminuições da disponibilidade dos nutrientes (FREIRE et al., 2002; SEIXAS FILHO, 2003; GILANI et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014; SANCHEZ et al., 2016). Os

principais grupos de enzimas digestivas de valor diagnósticos em nutrição são as proteases, hidrolisam as ligações peptídicas das proteínas. Podem ser classificadas, dependendo do pH de atuação, em proteases ácidas e alcalinas. As primeiras têm atuação relevante nas espécies de peixes com estômago funcional. Já as proteases alcalinas são responsáveis pela digestão das proteínas nas espécies agástricas ou nas quais o estômago seja afuncional, sendo então produzida pelo pâncreas exócrino ou pela parede da mucosa intestinal (SEIXAS FILHO, 2003). As amilases, responsáveis pela hidrólise alcalina, das ligações α glicosídicas dos carboidratos presentes na ingesta. Possuem papel importante na digestão, em peixes herbívoros e onívoros, mas com papel pouco conhecido em carnívoros (SEIXAS FILHO et al., 1999). Temos ainda as lipases, que são enzimas responsáveis pela hidrólise das ligações ésteres dos conteúdos alimentares em triglicérides. Possuem diferentes origens em peixes, sendo relatada sua atividade na mucosa intestinal, pâncreas difuso e mucosa esofagiana (RIBEIRO et al., 2007; SEIXAS FILHO, 2003). A determinação da atividade das lipases pode revelar as adaptações metabólicas dos peixes a mudanças na dieta (SEIXAS FILHO, 2003).

As transaminases são enzimas catalisadoras de reações de transferência de grupamentos amina de diversos aminoácidos e dependentes do cofator piridoxal-fosfato (forma enzimática da vitamina B6). Sendo também transportadoras de grupamentos amina, oriundos do catabolismo proteico nos tecidos periféricos para o fígado, principalmente sob a forma de glutamato (MEYER; HARVEY, 1998).

Existem várias transaminases teciduais, mas apenas algumas possuem uso diagnóstico corriqueiro, dentre elas as mais amplamente utilizadas são a alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST), sendo o aumento de sua atividade plasmática denotativo de lesões hepáticas e/ou nos tecidos peri-hepáticos (musculatura, tecido renal, cardíaco e sistema nervoso), ocorrendo por processos inflamatórios, infecciosos ou mesmo por desequilíbrios metabólicos. Estas lesões levam ao aumento da permeabilidade das membranas celulares, extravasando seus conteúdos citoplasmáticos (MEYER; HARVEY, 1998)

CAPÍTULO 1

Utilização da farinha integral de goiaba (*Psidium guajava* L.) em dietas de juvenis de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Utilização da farinha integral de goiaba (*Psidium guajava* L.) em dietas de juvenis de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

RESUMO

Objetivou-se determinar a composição química, o perfil de aminoácidos bem como os conteúdos em polifenóis totais e o valor nutritivo da farinha integral de goiaba (FIG) para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foi realizado um ensaio de digestibilidade com 80 juvenis ($25 \pm 0,5$ g) alimentados com uma ração referência (basal) e uma dieta teste, em quadruplicata e utilizando como marcador o óxido crômico em cubas cônicas de coleta (200L). Determinou-se os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e energia, dos coeficientes de biodisponibilidade aparente dos aminoácidos (CDAA). Para o desempenho, utilizaram-se 300 juvenis ($26,61 \pm 0,11$ g) submetidos a diferentes níveis de inclusão da FIG (0,0; 50,0; 100,0; 150,0 e 200,0 g.kg⁻¹) em um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições durante um período de 45 dias em que foram avaliados o desempenho, a hematologia e as respostas metabólicas. A digestibilidade dos nutrientes e energia possivelmente foram afetados pelos conteúdos em polifenóis totais de 37,02 gramas equivalente de ácido tânico por quilograma de matéria seca bem como a disponibilidade dos aminoácidos. Os CDA da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) foram respectivamente 38,55; 45,20 e 60,55%. A inclusão da FIG influenciou negativamente o consumo e consequentemente o desempenho. A inclusão também causou redução dos teores de sanguíneos de hemoglobina, redução da atividade da transaminase AST no tecido hepático e no maior nível reduziu as concentrações de proteínas totais plasmáticas. Conclui-se que a utilização da FIG não é recomendada para utilização na dieta de juvenis de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: resíduos agroindustriais, frutas, digestibilidade, disponibilidade em aminoácidos, polifenóis.

**Use of guava (*Psidium guajava* L.) whole meal in juvenile diets of Nile Tilapia
(*Oreochromis niloticus*)**

ABSTRACT

This study aimed to establish the chemical composition, amino acids profile, phenolics compounds contents, and nutritional value of whole guava meal (WGM) in tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*) feed. It was made a digestibility assay with 80 juveniles ($25\pm 0,5$ g) feeding with a standard and test diets formulation, on four replicates and was use the chromic oxide indicator method, in the conical tanks (200L). It was determined the apparent digestibility coefficients (ADC) of nutrients and energy, as well as measuring apparent availability amino acids coefficients (AAC). The growth performance assay was used 300 juveniles ($26,61\pm 0,11$ g) subjected a different level of FIG (0,0; 50,0; 100,0; 150,0 200,0 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) in a completely randomized design, with four replications, for 45 days. Its evaluated the growth performance, hematological and metabolic responses. The nutrients and energy digestibility, and amino acids availability was affected by total phenolics contents (37,02 equivalents grams of tannic acid per dry matter quilograms). The ADC of dry matter (DM), crude energy (CE), and crude protein (CP) respectively was 38,55; 45,20 e 60,55%. Presence of WGM worsened feed consumption and consequently growth performance. It also decreasing hemoglobin blood contents and hepatic transaminase activity (GOT). In the highest inclusion level also decreasing the protein plasma concentration. In conclusion, It not recommended the use of WGM, in Nile tilapia juvenile feed.

Keywords: Agroindustrial residues, fruits, amino acids availability, phenolics compounds.

INTRODUÇÃO

A busca por alimentos alternativos para a formulação de dietas para peixes criados comercialmente é constante. O uso de coprodutos e/ou resíduos agroindustriais em tais formulações, melhorando ou mantendo os índices zootécnicos com custo menor ou equivalente aos tradicionais, vem sendo bastante pesquisado (FURUYA et al., 2001; BOSCOLO et al., 2002; LOPES et al., 2010; LIMA et al., 2011; SOUZA et al., 2013).

As perdas de produtos hortifrutigranjeiros na cadeia entre o produtor e o consumidor, são estimadas em cerca de 30 a 40 % (BARCHI et al., 2002; DURIGAN et al., 2005). Conforme Jiménez-Escrig et al. (2001), a goiaba é uma fruta tropical rica em vitamina C, vitamina A, carboidratos, fibras solúveis e antioxidantes – compostos fenólicos –, um fruto muito perecível, com curto período de conservação em temperatura ambiente (JACOMINO, 2003) e aqueles que perdem qualidade ou sofrem danos mecânicos não conseguem ser comercializadas e por muitas vezes tornam-se resíduo, sendo despejadas no ambiente como lixo (FARIAS, 2002; VIGNEAULT et al., 2002; PARFITT et al., 2010).

Farto material tem sido desenvolvido sobre atividade antioxidante dos compostos oriundos da goiabeira (RATTANACHAIKUNSOPON; PHUMKHACHORN, 2010; JOSEPH; PRIYA, 2011; CHANG et al., 2014), Estudos conduzidos na avaliação do valor nutricional da goiaba, para tilápia do Nilo foram realizados com resíduos e coprodutos da indústria de polpas de frutas (SANTOS et al., 2009; SILVA et al., 2016), não sendo conhecido o valor do uso da fruta integral na nutrição, e metabolismo da tilápia do Nilo.

O presente estudo teve por finalidade determinar o valor nutricional da farinha integral de goiaba (FIG) (*Psidium guajava* L.) na alimentação de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), através da determinação de sua composição e de seus coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta (PB), energia bruta (EB), matéria seca (MS), bem como, os coeficientes de disponibilidade aparente dos aminoácidos (CDAA) essenciais e não essenciais nas supracitadas farinhas. Foram também determinados o desempenho zootécnico (consumo, crescimento, ganho de peso e conversão alimentar aparente) e as adaptações metabólicas geradas pela inclusão de 0, 50, 100, 150 e 200 g.kg⁻¹ de FIG na dieta de juvenis de tilápia.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram submetidos ao comitê de ética em experimentação animal da Universidade federal da Bahia e autorizados, conforme protocolo nº 54-2015.

1. Ensaio de digestibilidade

Este ensaio foi realizado nas instalações do Laboratório de Aquicultura da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), em Petrolina-PE, iniciando-se pela aquisição dos ingredientes e preparo da farinha integral de goiaba no período de outubro a dezembro de 2015. O período experimental iniciou-se no mês de janeiro de 2016, quando foram realizadas as coletas de fezes, sendo os meses de fevereiro e março dedicados às análises laboratoriais dos ingredientes e das fezes coletadas.

1.1 Confecção da farinha integral de goiaba

A FIG foi confeccionada com frutas de diferentes variedades, coletadas no mercado do produtor de Juazeiro-BA, onde seriam descartadas como refugo. As goiabas foram cortadas em pedaços de 5 centímetros de comprimento e secas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 48 horas e posteriormente trituradas em moinho tipo facas em peneira de 1 mm.

1.2 Preparação da dieta-referência e dieta-teste

A dieta-referência foi formulada para atender à exigência nutricional da tilápia do Nilo (*O. niloticus*) conforme Furuya et al. (2010) e representado na Tabela 1. Já a dieta-teste foi constituída de 70% da dieta-referência e 30% da FIG com composição química e teores em aminoácidos representados na Tabela 2. Todos os ingredientes usados nas dietas foram moídos individualmente, misturados e umedecidos com água para posterior extrusão. As rações extrusadas foram secas em estufa a 55°C por 12h e acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer (-21°C) até o momento do

fornecimento aos animais. Como indicador de digestibilidade foi utilizado o óxido crômico (Cr_2O_3), adicionado às dietas na proporção de 1 g.kg^{-1} .

Tabela 1 – Formulação e composição química da dieta-referência do ensaio de digestibilidade da farinha integral de goiaba.

Ingredientes	g.kg^{-1}
Farinha de vísceras de aves	305,00
Farelo de trigo	263,80
Farinha de milho	181,00
Glúten de milho	130,00
Farelo de soja	106,0
Mistura mineral e vitamínica para peixes ¹	5,00
Fosfato Bicálcico	5,00
Vitamina C resistente ²	2,00
Antifúngico ³	1,00
Óxido De Cromo III	1,00
B.H.T. ⁴	2,00

1- Mistura mineral e vitamínica para peixes- composição química: Cobalto (mínimo) $80,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Cobre (mínimo) $3.500,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Ferro (mínimo) $20,00 \text{ g.kg}^{-1}$; Iodo (mínimo) $160,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Manganês (mínimo) $10.000,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Selênio (mínimo) $100,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; (mínimo) $24,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; (Ácido Fólico (mínimo) $1200,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Ácido Nicotínico (mínimo) $20,00 \text{ g.kg}^{-1}$; Ácido Pantatênico (mínimo) $10.000,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Biotina (mínimo) $200,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Colina (mínimo) $100,00 \text{ g.kg}^{-1}$; Inositol (mínimo) $25,00 \text{ g.kg}^{-1}$; Vitamina A (mínimo) $2.400.000,00 \text{ UI.kg}^{-1}$; Vitamina B1 (mínimo) $4.000,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Vitamina B2 (mínimo) $4.000,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Vitamina B12 (mínimo) $8.000,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Vitamina C (mínimo) $60,00 \text{ g.kg}^{-1}$; Vitamina B2 (mínimo) $4.000,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Vitamina B6 (mínimo) $3.500,00 \text{ mg.kg}^{-1}$; Vitamina D3 (mínimo) $600.000,00 \text{ UI.kg}^{-1}$; Vitamina E (mínimo) $30.000,00 \text{ UI.kg}^{-1}$; Vitamina K3 (mínimo) $3.000,00 \text{ mg.kg}^{-1}$. / 2 - Vitamina C resistente às altas pressões e temperaturas e insolúvel em água. / 3 - Propionato de cálcio. / 4- Antioxidante = di-terc-butil metil fenol ou hidroxitolueno butilado. / 5 - de acordo com (Furuya 2010).

Tabela 2 – Composição química e valores dos conteúdos em aminoácidos da dieta-referência e da farinha integral de goiaba (valores expressos na matéria seca).

Composição química analisada	DR ¹	FIG ²
Matéria seca (g.kg ⁻¹) ³	964,00	908,10
Matéria mineral (g.kg ⁻¹) ³	63,16	27,3
Proteína bruta (g.kg ⁻¹) ³	418,05	66,77
Energia bruta (kcal.kg ⁻¹) ⁴	4798,76	4803,44
Fibra Bruta (g. kg ⁻¹) ¹	56,32	147,00
Fenóis Totais (gAT.kg ⁻¹) ⁵	-	37,02
Aminoácidos essenciais (g.kg⁻¹)³		
Arginina	22,9	3,96
Fenilalanina	21,2	2,86
Histidina	7,0	1,10
Isoleucina	18,0	2,53
Leucina	42,5	4,74
Lisina	18,9	2,20
Metionina	7,2	0,44
Metionina+Cistina	13,1	1,32
Treonina	16,3	1,76
Triptofano	2,8	0,99
Valina	20,7	2,97
Aminoácidos não essenciais (g.kg⁻¹)		
Ácido aspártico	33,7	5,95
Ácido glutâmico	7,15	8,37
Alanina	33,6	3,74
Cistina	5,9	0,88
Glicina	27,3	3,85
Prolina	31,8	2,86
Serina	22,7	2,97
Tirosina	13,5	1,87

1-Dieta-Referência / 2- Farinha integral de goiaba. / 3 – Em gramas por quilograma de matéria seca / 4 – em quilocalorias por quilograma de matéria seca / 5 - em gramas equivalentes de ácido tânico (padrão) por quilograma de matéria seca. / 6 - valor calculado.

1.3 Instalações e equipamentos

O ensaio de digestibilidade foi conduzido em cubas cilíndricas de fundo cônico com 200 litros de volume útil, dispostas em sistema de recirculação de água e aeração individual com pedras porosas. O sistema possuía alimentação e drenagem de água individualizada com filtro físico de carvão ativado e reservatório (filtro biológico), o que permitia, durante o período de alimentação, a renovação de água e a retirada de dejetos, de acordo com sistema de Guelph adaptado (GUIMARÃES et al., 2008a; GUIMARÃES et al., 2008b).

1.4 Peixes e protocolo de coleta de fezes

Foram utilizados 80 juvenis de tilápia do Nilo com $25,0 \pm 0,5$ gramas de peso médio, distribuídos aleatoriamente em oito cubas de coleta, contendo dez peixes cada uma, na densidade de $1,25 \text{ g.L}^{-1}$. Após um período de quatro dias de adaptação às dietas, iniciou-se o processo de coleta de fezes (SUGIURA et al., 1998), o que permitiu além da adaptação às dietas-teste, também a eliminação de fezes de dietas anteriores.

As dietas experimentais foram ofertadas nas unidades experimentais (tanques), uma dieta para cada unidade em quadruplicata. Durante o período diurno, os peixes foram alimentados cinco vezes ao dia até a saciedade aparente, no período de 07h:00min às 17h:00min. Após 1 hora do último horário de alimentação, a recirculação de água dos tanques era fechada, cada tanque era limpo e seu volume de água renovado em aproximadamente um terço, permanecendo apenas o sistema de aeração com pedras porosas ligado. Em seguida eram acoplados os tubos de coleta de fezes, que por sua vez encontravam-se em recipientes térmicos com gelo. Estes tubos de coleta eram retirados às 06h:00min da manhã do dia seguinte, o sobrenadante era desprezado e o material precipitado era então cuidadosamente coado em peneiras finas, 1,00 milímetros de abertura, sendo então este conteúdo sólido acondicionado em potes plásticos e imediatamente congelados em freezer a -21°C até o final do período de coleta, onde foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C por 48 horas, posteriormente foram remetidas para o laboratório CBO Análises Laboratoriais, Campinas/SP, juntamente com as dietas para análises dos teores de cromo.

1.5 Cálculo dos CDA e CDAA da energia e nutrientes

Os CDA dos nutrientes e energia, bem como os CDAA dos aminoácidos foram calculados através dos teores de óxido crômico presentes nas rações e recuperados nas fezes, em acordo com método de determinação dos CDA, calculados através das equações 1 e 2 descritas por NRC (2011):

Equação 1:

$$CDA = 100 - \left[100 \times \left(\frac{gkg^{-1}I_D}{gkg^{-1}I_F} \right) \times \left(\frac{gkg^{-1}N_F}{gkg^{-1}N_D} \right) \right]$$

Onde:

CDA (n) = Coeficiente de digestibilidade aparente;

ID = concentração de óxido cromo III na ração ($g.kg^{-1}$);

IF = concentração de óxido cromo III nas fezes ($g.kg^{-1}$);

ND = nutrientes na ração;

NF = nutrientes nas fezes.

Equação 2:

$$CDA_{ing} = CDA_{DT} + (CDA_{DT} - CDA_{DR}) \times \left[\left(\frac{b \times N_{DR}}{a \times N_{Ing}} \right) \right]$$

Onde:

CDA_{Ing} = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente;

CDA_{DT} = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta com o alimento-teste;

CDA_{DR} = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência;

a = porcentagem do ingrediente teste;

b = porcentagem da dieta referência;

N_{DR} = nutriente na dieta referência;

N_{Ing} = nutriente na dieta teste.

2. Ensaio de desempenho

O ensaio de desempenho zootécnico foi conduzido nas instalações do laboratório de Aquicultura da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), no *campus* de Ciências Agrárias, em Petrolina-PE, nos meses de maio e junho de 2016, totalizando 45 dias de período experimental.

2.1 Peixes utilizados e instalações

Foram utilizados 300 juvenis de tilápia-do-Nilo, machos, revertidos sexualmente, com peso médio inicial de $26,61 \pm 0,11$ g, adquiridos na empresa AAT *International* Ltda, localizada no município de Paulo Afonso-BA. Os animais foram distribuídos, aleatoriamente, em 20 tanques circulares em plástico com reforço de fibra de vidro (PRFV), com capacidade de mil litros de volume útil, sendo 15 juvenis em cada tanque. Estes por sua vez, foram montados em um sistema de recirculação com biofiltro. Antes do período experimental os peixes foram aclimatados às condições laboratoriais e à dieta basal por 10 dias.

2.2 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), sendo cinco dietas (tratamentos), avaliadas em quatro repetições, onde quinze peixes foram distribuídos em cada uma das vinte caixas (unidades experimentais).

2.3 Dietas experimentais

Foram formuladas cinco dietas experimentais, sendo um controle com zero de inclusão e outras quatro com níveis de 50, 100, 150 e 200 g. kg⁻¹ de FIG, respectivamente, formuladas para atender as exigências nutricionais da espécie, segundo Furuya et al. (2010) e de forma que fossem isoenergéticas, isofibrosas e isoproteicas, conforme representado na Tabela 3.

Tabela 3 – Formulação e composição química das dietas experimentais, com diferentes níveis de inclusão de farinha integral de goiaba na dieta de tilápia-do-Nilo (expressos na matéria seca) (Continua).

Ingredientes	Nível de inclusão (g.kg ⁻¹)				
	0	50	100	150	200
Farinha de milho	280,0	280,0	280,0	280,0	280,0
Farelo de trigo	249,2	200,9	152,7	104,4	56,2
Farinha de vísceras de aves	200	200	200	200	200
Glúten de milho	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0
Farelo de soja	177,3	177,3	177,3	177,3	177,3
Celulose	7,0	5,3	3,5	1,8	0,0
DL-metionina	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Mistura mineral e vitamínica ¹	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Fosfato bicálcico	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cloreto de colina	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Vitamina C resistente ²	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Antifúngico ³	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
B.H.T. ⁴	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Farinha integral de goiaba	0,0	50,0	100,0	150,0	200,0
Composição química calculada ⁵					
Proteína digestível (g.kg ⁻¹)	260,0	260,0	260,0	260,0	260,0
Matéria mineral (g.kg ⁻¹)	61,0	58,6	56,2	53,7	51,3
Energia digestível (kcal.kg ⁻¹)	3100,00	3086,78	3073,55	3060,33	3047,10
Fibra bruta (g.kg ⁻¹)	48,9	48,0	47,0	46,1	45,2
Extrato etéreo (g.kg ⁻¹)	46,2	44,6	43,0	41,5	39,9
Aminoácidos digestíveis (g.kg ⁻¹) ⁵					
Arginina	17,5	17,3	17,1	16,8	16,6
Fenilalanina	13,2	13,1	13,0	12,8	12,7
Histidina	6,3	6,3	6,3	6,2	6,2
Isoleucina	11,3	11,2	11,1	11,0	10,9
Leucina	24,4	24,3	24,2	24,1	24,0
Lisina	17,2	17,1	16,9	16,8	16,6
Metionina + cistina.	8,1	8,0	8,0	7,9	7,8
Metionina	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0
Treonina	8,9	8,8	8,7	8,5	8,4
Triptofano,	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9
Valina	12,3	12,2	12,1	11,9	11,8

Tabela 3 – Formulação e composição química das dietas experimentais, com diferentes níveis de inclusão de farinha integral de goiaba na dieta de tilápia do Nilo (expressos na matéria seca) (Continuação).

Aminoácidos digestíveis (g.Kg ⁻¹) ⁵	Nível de inclusão (g.Kg ⁻¹)				
	0	50	100	150	200
Arginina	17,5	17,3	17,1	16,8	16,6
Fenilalanina	13,2	13,1	13,0	12,8	12,7
Histidina	6,3	6,3	6,3	6,2	6,2
Isoleucina	11,3	11,2	11,1	11,0	10,9
Leucina	24,4	24,3	24,2	24,1	24,0
Lisina	17,2	17,1	16,9	16,8	16,6
Metionina + cistina.	8,1	8,0	8,0	7,9	7,8
Metionina	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0
Treonina	8,9	8,8	8,7	8,5	8,4
Triptofano	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9
Valina	12,3	12,2	12,1	11,9	11,8

1- Mistura mineral e vitamínica para peixes- composição química: Cobalto (mínimo) 80,00 mg.kg-1; Cobre (mínimo) 3.500,00 mg.kg-1; Ferro (mínimo) 20,00 g.kg-1; Iodo (mínimo) 160,00 mg.kg-1; Manganês (mínimo) 10.000,00 mg.kg-1; Selênio (mínimo) 100,00 mg.kg-1; (mínimo) 24,00 mg.kg-1;(Ácido Fólico (mínimo) 1200,00 mg.kg-1; Ácido Nicotínico (mínimo) 20,00 g.kg-1; Ácido Pantatênico (mínimo) 10.000,00 mg.kg-1; Biotina (mínimo) 200,00 mg.kg-1; Colina (mínimo) 100,00 g.kg-1; Inositol (mínimo) 25,00 g.kg-1; Vitamina A (mínimo) 2.400.000,00 UI.kg-1; Vitamina B1 (mínimo) 4.000,00 mg.kg-1; Vitamina B2 (mínimo) 4.000,00 mg.kg-1; Vitamina B12 (mínimo) 8.000,00 mg.kg-1; Vitamina C (mínimo) 60,00 g.kg-1; Vitamina B2 (mínimo) 4.000,00 mg.kg-1; Vitamina B6 (mínimo) 3.500,00 mg.kg-1; Vitamina D3 (mínimo) 600.000,00 UI.kg-1; Vitamina E (mínimo) 30.000,00 UI.kg-1; Vitamina K3 (mínimo) 3.000,00 mg.kg-1./ 2 - Vitamina C resistente às altas pressões e temperaturas e insolúvel em água./ 3 - Propionato de cálcio. / 4- Antioxidante = di-terc-butil metil fenol ou hidroxitolueno butilado. / 5 - de acordo com (Furuya 2010).

2.4 Coleta de material biológico e dados de desempenho

Durante o experimento de desempenho, os animais passaram por uma biometria no início e outra ao término do período experimental de 45 dias, ambas mediante anestesia com Eugenol segundo o descrito por Vidal et al. (2008), para facilitar o manejo e diminuir o desconforto dos peixes.

Antes da biometria final, os peixes passaram por jejum de 24 horas, anestesiados para coleta de sangue, conforme o supracitado e imediatamente após foram eutanasiados por choque térmico e secção medular para posterior coleta de fígado, intestino e pesagem das carcaças para avaliação do rendimento de carcaça (RC) em valores percentuais; índice hepatossomático (IHS), expresso em valores percentuais; coeficiente térmico de crescimento (CTC); ganho de peso (GP) em gramas; comprimento padrão final (CPF)

em centímetros; peso final (PF) em gramas; biomassa final (BF), em gramas; ganho em biomassa (GB), em gramas; consumo, em gramas; conversão alimentar aparente (CAA).

Os cálculos de tais variáveis foram feitos como explicado a seguir:

$$RC = [\text{peso carcaça (eviscerada)} \times (\text{peso vivo})]^{-1} \times 100$$

$$IHS = [(\text{peso do fígado}) \times (\text{peso vivo})]^{-1} \times 100$$

$$CTC = [(\text{PF}^{0,3333} - \text{PI}^{0,3333}) / (\text{T} \times \text{Dias})] \times 1000$$

$$GP = (\text{peso final} - \text{peso inicial});$$

$$BF = \text{somatório dos pesos dos animais da unidade experimental};$$

$$GB = (\text{biomassa final} - \text{biomassa inicial});$$

$$\text{Consumo} = \text{total de ração consumida no período experimental};$$

$$CAA = (\text{consumo médio de ração no período de tempo}) \times (GP)^{-1}.$$

3. Análises químicas

3.1. Análise da qualidade de água

Em ambos os ensaios (digestibilidade e desempenho), os parâmetros de temperatura, pH e oxigênio dissolvido, foram mensurados com uso de analisador multiparâmetro digital, diariamente, pela manhã e pela tarde, e semanalmente, foi verificado o teor de amônia na água com kit colorimétrico comercial (Alcon Labcon-Test®, Amônia Tóxica para Água Doce).

3.2 Composições químicas bromatológicas

As composições bromatológicas dos ingredientes e das dietas (Tabela 2) e das fezes foram analisadas conforme a AOAC (2005) para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB), bem como seus conteúdos em óxido crômico foram determinados de acordo com Bremer Neto et al. (2005). O perfil de aminoácidos dos ingredientes, dietas (Tabela 2) e

fezes foram determinados pelo método de cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) no laboratório da CBO Análises Laboratoriais (Campinas, São Paulo).

3.3 Teores de polifenóis totais

A determinação da concentração de polifenóis totais na FIG foi realizada segundo o descrito por Makkar (2000). Inicialmente, os compostos fenólicos foram extraídos das farinhas através da solubilização de 200 mg da farinha em 10 mL de solução aquosa de acetona a 70%, colocados em tubos vedados em triplicata, em seguida postos para extrair em banho ultrassônico por 20 minutos na temperatura ambiente de 25°C. Após a extração os tubos foram centrifugados por 10 minutos a 3000 g (aceleração da gravidade) sob refrigeração, o sobrenadante recolhido em tubo vedado e mantido sob refrigeração, ao precipitado foi adicionado cinco mililitros do solvente (acetona 70 %) e levado para nova extração no banho ultrassônico, sendo o sobrenadante adicionado ao anterior.

A dosagem foi feita através do método espectrofotométrico da reação do extrato com reagente de Folin-Ciocalteu (1N= normal) e carbonato de sódio (20%), insolubilizado em polivinil pirrolidona (PVPP), baseando-se na redução do ácido fosfomolibdico-fosfotúngstico pelas hidroxilas fenólicas, em meio alcalino produzindo um complexo de coloração azul, com leitura de absorbância em 750 nm, onde os tores de polifenóis totais foram determinados por interpolação da absorbância das amostras (triplicatas) comparadas a uma curva de calibração traçada com valores de concentração de ácido tânico, definida na equação por $Y = 0,0026X - 0,0012$, $R^2 = 0,9749$ (gráfico 1, nos apêndices), onde “Y” é a absorbância a 750 nm, “X” é a concentração de ácido tânico e o R^2 o coeficiente de correlação. Os valores foram expressos em gramas equivalentes de ácido tânico por quilograma de matéria seca ($g.kg^{-1}$).

3.4 Análises bioquímicas do plasma e tecidos hepático e intestinal

3.4.1 Coleta de plasma

Para as análises das variáveis metabólicas do plasma foram separados aleatoriamente quatro animais de cada unidade experimental (tanque) e realizadas as coletas de sangue imediatamente após a biometria dos animais, que ainda se encontravam anestesiados com eugenol (VIDAL et al., 2008). O sangue foi colhido através de punção da veia da cauda em seringas heparinizadas, as amostras foram em parte direcionadas para avaliações hematológicas e uma parte para centrifugação e separação do plasma, que, por sua vez, as amostras de plasma foram acondicionadas em microtubos de plástico, congeladas e mantidas em freezer (-21°C) por 48 horas para posterior análise.

3.4.1.1 Análise das variáveis metabólicas do plasma

As amostras de plasma foram descongeladas a temperatura ambiente e analisadas por técnicas colorimétricas usando-se kits comerciais de teste bioquímicos (LABTEST®) e mensuradas em analisador bioquímico semiautomático veterinário, da marca Doles®, modelo D-250. Assim, foram determinados os teores plasmáticos de glicose (glicemia), albumina, proteínas totais, colesterol total e triglicérides, bem como a atividade da enzima aspartato aminotransferase (AST). Nestas mensurações foram utilizados, respectivamente, os kits comerciais Glicose Liquiform®, com leitura a 505 nm; Albumina VET®, lido em 640 nm; Proteínas Totais®; método do reagente do Biureto, lido a 545 nm; Colesterol Liquiform®, lido em 500 nm, triglicérides Liquiform® e AST/GOT Liquiform®.

3.4.1.2 Aminoácidos plasmáticos livres

Os teores em aminoácidos livres foram determinados pelo método espectrofotométrico, após ser desproteinado em solução propanólica de Ninhidrina a 0,1% (COPLEY, 1941), em que 100 microlitros de amostra de plasma foram postas para reagir com 2mL de solução de ninhidrina a 0,1 % em propanol, incubado a 45°C por 30 minutos, e em seguida centrifugado a 500 rpm por 10 min, sendo o sobrenadante lido a 570 nm. Os teores foram determinados por interpolação dos valores das absorbâncias das amostras (em triplicatas) comparadas a uma curva de calibração traçada com valores de concentração de solução de glicina (de 10- 200 micromolares e lidas a 570 nm, com seus valores expressos em micromolares por microlitro ($\mu\text{M}.\mu\text{L}^{-1}$)).

3.4.1.3 Atividade plasmática da enzima AST

A atividade sérica da enzima aspartato aminotransferase foi medida com o kit comercial Labtest® - AST/GOT Liquiform®, e lidas em 340 nm, medindo-se sua velocidade de reação em um e três minutos.

3.4.2. No tecido intestinal

Para as análises da atividade de amilase intestinal os peixes foram reunidos em caixas por tratamento e coletado aleatoriamente seis animais de cada uma. Estes animais foram eutanasiados e imediatamente após coletado 3 cm da porção anterior do tubo intestinal (após o término da dilatação gástrica), feita a retirada de tecido adiposo e restos de mesentério, o tubo foi congelado para posterior análise.

3.4.2.1 Preparação do extrato enzimático

Os fragmentos de tubo intestinal foram individualmente pesados, e colocados em tubo de ensaio contendo 2mL de solução tampão (tris-fosfato-ácido fosfórico-glicerina, pH =7,0) sendo macerados em homogeneizador mecânico de tecidos, sob refrigeração.

Após a extração os tubos foram centrifugados a 12000 rpm por três minutos em centrífuga refrigerada.

3.4.2.2 Análise da atividade enzimática

A atividade da amilase intestinal foi mensurada, no extrato de tecido intestinal supracitado, com a utilização do kit comercial Amilases Bioclin® e lido em analisador bioquímico semiautomático marca Doles®, modelo D-250.

3.4.3. No tecido hepático

Foram coletados o fígado de 4 animais por unidade experimental (tanque), perfazendo um total de 16 por tratamento e 80 animais nos 5 tratamentos.

3.4.3.1 Extração e dosagem do glicogênio hepático

Os fragmentos de fígado foram pesados (de 50 a 100mg) e colocados tubo de ensaio com 1mL de hidróxido de potássio a 6N (normal), sendo colocados em banho-maria fervente por 5 minutos. Retirou-se 250 µL da solução resultante desta fervura e transferiu-se para tubos limpos, onde foram adicionados 3mL de etanol P.A. (puro para análise) em cada um destes, após homogeneização foi adicionado 100µL de sulfato de potássio e centrifugados a 3000 rpm por 3 minutos, em seguida descartou-se o sobrenadante invertendo-se os tubos, em cada tubo foi colocado 2,5 mL de água destilada e levados ao agitador tipo vórtex para solubilização do precipitado, por fim retirou-se uma alíquota de 50 µL da amostra obtida colocando em tubo de ensaio e rapidamente completando o volume até 500 µL, juntamente com 0,5 mL de fenol a 4,1% e 2mL de ácido sulfúrico glacial (anidro), deve-se ressaltar que neste passo o ácido deve ser adicionado rapidamente ao tubo e em seguida dado um choque térmico em gelo para fixar a cor. esta reação foi lida em espectrofotômetro no comprimento de onda de 480nm, e se comparado com curva padrão de glicose, os valores foram expressos seus valores em micro moles de glicose por grama de tecido hepático (BIDINOTTO et al., 1997).

3.4.3.2 Transaminases hepáticas

3.4.3.2.1 Extração das enzimas

Para avaliação das atividades das transaminases hepáticas foram coletados o fígado de 4 animais por unidade experimental (tanque), perfazendo um total de 16 por tratamento e 80 animais nos 5 tratamentos.

De cada amostra acima coletada foram retirados e pesados fragmentos do tecido hepático (50 a 100mg), e colocados em tubo de ensaio contendo 2mL de solução tampão (tris-fosfato-ácido fosfórico-glicerina, pH =7,0), sendo macerados em homogeneizador mecânico de tecidos, sob refrigeração. Após a extração os tubos foram centrifugados a 12000 rpm por três minutos em centrífuga refrigerada. E o sobrenadante utilizado nas avaliações das atividades enzimáticas.

3.4.3.2.2 Avaliação das atividades enzimáticas

A atividade hepática das enzimas alanina aminotransferase (ALT) e aspartato amino transferase (AST) foram aferidas no extrato tamponado e refrigerado, acima descrito, através do uso de kits comerciais ALT/GPT Liquiform® e AST/GOT Liquiform® (LABTEST®), sendo estes lidos em comprimento de onda de 340 nm no analisador bioquímico semiautomático veterinário, da marca Doles®, modelo D-250, medindo-se sua velocidade de reação em um e três minutos.

4. Análises estatísticas dos dados

Os dados foram submetidos inicialmente a uma análise de variância (ANOVA), e em caso de diferença estatística, aplicou-se o teste de comparação múltipla de médias de Dunnet a 5% de probabilidade. Foi utilizada regressão polinomial e exponencial, para avaliar o efeito da inclusão do FIG. Todas as análises foram realizadas pelo programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Ensaio de digestibilidade

Durante o período experimental não foi observada mortalidade.

Os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água foram analisados, e obtiveram-se os seguintes resultados: a temperatura média da água nas caixas foi de $26,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$; os teores médios de oxigênio dissolvido na água foram de $5,1 \pm 0,5 \text{ mg.L}^{-1}$; o pH variou entre 6,5 e 6,9, caracterizando uma água levemente ácida. Estando todos as variáveis avaliadas dentro dos limites recomendados para espécies de peixes tropicais segundo Boyd, (1990).

O teor de 66,77 (g.kg⁻¹) (Tabela 2) para a PB encontrado neste estudo na farinha integral de goiaba, foi inferior ao descrito por Silva et al. (2009), Santos et al. (2009) e Lazzari et al. (2015), respectivamente, de 109,00, 111,10, e 310,90 (g.kg⁻¹), ao utilizarem os resíduos provenientes do despulpamento industrial da fruta desprovidos de grande parte dos componentes solúveis da fruta, estes últimos, por sua vez formados principalmente por água, pigmentos sais minerais e carboidratos solúveis, como a pectina, amido, açúcares redutores (BATISTA et al, 2015). Chang et al. (2014) observaram que parte considerável dos teores em proteínas da fruta se encontravam nas sementes juntamente com componentes insolúveis, o que leva a suposição de um efeito concentrador dos componentes não solúveis, quando da retirada da polpa.

Os valores dos CDA da matéria seca (MS) e energia bruta (EB), determinados neste estudo foram de 38,55 e 45,20 % (Tabela 4), inferiores aos encontrados por Santos et al. (2009), respectivamente de 43,36 e 64,24 %, ao estudarem a digestibilidade do farelo de resíduo de goiaba em tilápias do Nilo de $20,0 \pm 5,0\text{g}$. Porém os valores médios da CDA da PB de 60,55 % na FIG foram próximos aos descritos pelos mesmos autores (61,49 %). Esta divergência de resultados deve-se ao fato de que os autores supracitados terem testado um resíduo desprovido da fração solúvel (a polpa), que conforme o relatado por Chang et al., (2014), na goiaba a polpa é uma parte da fruta que contém grande concentração de compostos fenólicos. Pinto et al., (2004) determinaram que a inclusão de tanino na ração de juvenis de tilápia do Nilo, de $100 \pm 10,00 \text{ (g)}$ de peso médio, possui

efeito deletério sobre a digestão de todas as frações de nutrientes, reduzindo suas digestibilidades linearmente com concentrações iguais ou superiores a $4,60 \text{ (g.kg}^{-1}\text{)}$. Segundo Angelo e Jorge (2007), os compostos fenólicos, são substâncias produzidas no metabolismo secundário das plantas e constituídos de vários tipos de moléculas com anéis aromáticos e grupamentos hidroxila ao seu redor, com estruturas e propriedades variadas, dentre elas, os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis. Alguns destes são possuidores de propriedades antioxidantes, com propriedades redutoras e estrutura química que possibilitam a neutralização ou sequestro de radicais livres, bem como a quelação de metais de transição (SOUSA et al., 2007). Os polifenóis tais como os taninos formam complexos (reversíveis ou não) com proteínas (propriedade adstringente), através de pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas ou por formação de ligações covalentes (forma irreversível) (MANTOANI et al., 2013). Acredita-se que as interações hidrofóbicas atuem como forças de atração inicial na complexação em meio aquoso entre taninos e proteínas (MELLO; SANTOS, 2001) e que este tipo de interação varia com o peso molecular e quantidade de cargas dispostas em torno da mesma (BRUNETON, 1991). Logo, pode-se supor que os compostos fenólicos existentes na FIG diferem dos existentes no resíduo de despolpamento estudado por Pinto et al., (2004), no que se refere aos tipos de compostos fenólicos neles existentes, onde parte relevantes destes compostos foram retirados juntamente com a polpa.

No presente ensaio observaram-se teores médios de fenóis totais na FIG de $37,02 \text{ gramas equivalentes de ácido tânico por quilograma de mateia seca (gAT.kg}^{-1}\text{)}$ (Tabela 2) sendo formulada a dieta-teste com a adição de FIG na concentração $300 \text{ (g.kg}^{-1}\text{)}$ de dieta-referência, logo pode-se estimar a presença de no mínimo $11,11 \text{ (gAT.kg}^{-1}\text{)}$ na dieta-teste. Muitos métodos de determinação de compostos fenólicos em ingredientes vegetais são utilizados, porém nenhum deles é considerado como totalmente satisfatório devido à enorme multiplicidade de moléculas presentes e suas diferentes solubilidades e afinidades aos solventes disponíveis para suas extrações, bem como diferentes padronizações (Angelo; Jorge, 2007). Contudo os métodos de Folin-Denis e Folin-Ciocalteu são os mais utilizados, onde o método baseia-se na oxidação dos ácidos fosfomolibídico e fosfotungstístico, ocorrendo a formação de molibdênio azul e tungstênio azul (formas oxidadas), porém não é uma reação específica para compostos fenólicos. (SOUSA et al., 2007). O método de Folin-Ciocalteu é tido como mais sensível, com menor variação na

formação da cor, com a utilização de padrões de o ácido tânico ou catequina (ANGELO; JORGE, 2007).

Tabela 4 – Valores médios percentuais dos coeficientes de digestibilidade e disponibilidade aparente dos nutrientes e aminoácidos da farinha integral de goiaba em juvenis de tilápia do Nilo.

Nutrientes	CDA (%) ¹
Matéria Seca	38,55
Proteína Bruta	60,55
Energia Bruta	45,20
Aminoácidos essenciais	CDA (%) ²
Arginina	72,51
Histidina	83,73
Isoleucina	74,92
Leucina	75,71
Lisina	74,90
Metionina	75,64
Metionina +Cistina	63,68
Fenilalanina	78,70
Treonina	68,94
Triptofano	76,67
Valina	73,56
Aminoácidos não essenciais	
Alanina	70,66
Prolina	72,81
Cistina	52,95
Serina	75,73
Tirosina	73,81
Glicina	65,95
Ácido aspártico	88,50
Ácido glutâmico	86,51

1- Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes. / 2 - Coeficientes de disponibilidade aparente dos aminoácidos.

Os CDAA da FIG em juvenis de tilápia apresentaram valores inferiores aos apresentados por Silva et al. (2016), ao estudarem ingredientes energéticos como o milho, farelos de arroz e de trigo, em dietas extrusadas para juvenis de tilápia do Nilo (101.6 ± 3.1 g). Possivelmente os teores de taninos contidos nos fenóis totais observados neste estudo afetaram negativamente a disponibilidade dos aminoácidos e os percentuais de proteínas digestíveis através da interação das proteínas com os grupamentos hidroxilas, formando pontes de hidrogênio e interações de *Van der Waals*, diminuindo a ação das enzimas digestivas (MONTEIRO et al., 2005; MANTOANI et al., 2013), o que está em concordância com o descrito por autores como Montagne et al. (2003), Corrêa et al. (2004) e Hisano et al. (2013).

2. Ensaio de desempenho

Não foi observada mortalidade durante o período experimental, bem como não houve efeito dos tratamentos sobre o IHS e CAA dos peixes ($p > 0,05$).

As variáveis CPF, PF, BF, GP, GB, CTC e consumo apresentaram efeito linear com a inclusão de FIG (Tabela 5), sendo afetados negativamente pela inclusão.

No presente estudo foi determinado um teor de $37,02 \text{ gAT.kg}^{-1}$ na farinha integral de goiaba. Jiménez-Escrig et al. (2001), reportam a existência de compostos fenólicos tanto na casca quanto na polpa desta fruta.

As presenças de compostos fenólicos têm sido apontadas como causa de baixo desempenho em peixes (PINTO et al., 2000; PINTO et al., 2004). Lazzari et al. (2015) reportaram baixas atividades de enzimas digestivas em piavas (*Leporinus obtusidens*) alimentadas com dietas contendo farelo de goiaba em níveis de até 7%. Estes teores não afetaram o desempenho dos peixes. Pessoa et al. (2013) observaram que a inclusão do farelo da casca de pequi, rico em compostos fenólicos, na ração de alevinos de tilápia piorou a conversão alimentar sem alterar as demais variáveis de desempenho, o que para Melo et al. (2006) se deve as diferenças entre os hábitos alimentares das espécies.

A polpa da goiaba contém teores significativos de carboidratos solúveis, em especial substâncias pécticas (BATISTA et al., 2015). Wenk et al. (2001), ao estudarem suínos, afirmam que dietas contendo alto teor em fibras solúveis, mais até que as insolúveis, acarretam uma retenção osmótica de água no bolo alimentar, o que leva

distensão da parede estomacal e conseqüentemente deflagra o reflexo vagal de saciedade. Além disso, a fibra solúvel aumenta a viscosidade do bolo alimentar, reduzindo seu tempo de passagem e estabilizando o pH estomacal em níveis baixos, por estímulo local da secreção gástrica. Este fato leva mais rapidamente à saciedade, diminuindo o consumo de alimentos. Silva et al. (2009) em frangos, também observaram baixos valores de consumo de MS ligados aos teores de fibras solúveis no farelo de goiaba. Concorre igualmente para a redução do consumo a propriedade dos taninos em precipitar proteínas, que também leva ao aumento da pressão osmótica e retenção de líquido na digesta, implicando no já citado disparo do reflexo vagal.

Tabela 5 – Valores médios das variáveis de desempenho de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com a inclusão de farinha integral de goiaba.

Variáveis	Níveis de inclusão de farinha integral de goiaba (g.kg ⁻¹)					EPM ¹	p	Regressão	R ²
	0	50	100	150	200				
Comprimento padrão final (cm) ²	14,910	14,63	14,10	13,78	13,48	0,138	0,000	y= -0,0746x+14,924	0,7713
Peso final (g) ³	106,00	98,37	84,41	76,44	67,46	3,453	0,000	y= -1,9805x+106,34	0,8656
Biomassa final (g) ³	1590,01	1475,58	1266,15	1146,55	1011,83	51,798	0,000	y= -29,708x+1595,1	0,8650
Ganho de peso (g) ³	79,20	72,01	57,84	49,65	40,92	3,448	0,000	y= -1,9782x+79,705	0,8662
Ganho em biomassa (g) ³	1187,99	1080,10	867,60	744,75	613,85	51,718	0,000	y= -29,672x+1195,6	0,8662
Coefficiente térmico de crescimento	1,54	1,46	1,25	1,11	0,97	0,05	<0,0001	y= -0,03x + 1,5642	0,8781
Consumo (g) ³	1220,26	1157,18	1005,44	906,82	754,02	50,459	0,007	y= -23,657x+1245,3	0,5784
Conversão alimentar aparente	1,03	1,07	1,16	1,21	1,25	0,038	0,0012	y= 0,0184x + 1,0085	0,6230-
Rendimento de carcaça (%)	87,40	87,23	83,72	84,74	84,74	0,463	0,204 ^{NS}	-	-
Índice hepatossomático	2,51	2,40	2,49	2,46	2,36	0,065	0,954 ^{NS}	-	-

NS - não significativo (p > 0,05) / 1- erro padrão das médias / 2 - em centímetros / 3 – em gramas / 4 – em percentual diário.

A inclusão da FIG nos níveis testados não influenciou significativamente ($p>0,05$) nas concentrações plasmáticas de glicose, triglicérides, colesterol e albumina (Tabela 6). Efeito semelhante é descrito por Pretto et al. (2014), ao avaliarem a influência da extração química de fenóis totais e de outros fatores antinutricionais de farelo de crambe (*Crambe abyssinica*) na dieta de *Rhamdia quelen*, sendo que a dieta com redução de tanino não demonstrou valores médios significativamente diferentes do grupo controle ($p>0,05$) para glicemia, proteínas totais e triglicérides e nem influenciou nos índices de desempenho, como ganho de peso, crescimento e CAA. Já Roche e Bogé (2000) relataram efeito hipoglicemiante em *Dicentrarchus labrax* após a injeção intraperitoneal única de hidroxifenóis (hidroquinona, resorcinol e pirocatecol) purificados e em doses experimentais subletais (6,9 mg de fenol, 1,05 de resorcinol, 0,69 mg de hidroquinona, e 0,08 mg de pirocatecol para cada 100 gramas de peso vivo). Esta diferença no efeito, possivelmente, se deve a fatores como a via de administração destas substâncias, o que influencia sua biodisponibilidade e farmacocinética, além das diferenças metabólicas entre as espécies, e o fato dos compostos fenólicos na dieta realizarem prováveis interações com outros componentes da matriz do alimento. Mani et al. (2006) demonstraram que a adição de compostos fenólicos extraídos de um tipo de própolis, na dieta de ratos durante longo período, não afetou os níveis de colesterol e triglicérides, comportamento semelhante ao observado no presente estudo.

As reservas de glicogênio no tecido hepático não variaram significativamente ($p>0,05$), o que é corroborado pela manutenção dos níveis plasmáticos da glicose, albumina e triglicérides e também apoiado na falta de influência da inclusão de FIG sobre a atividade da amilase intestinal (Tabela 6). Em jundiás, o estudo de Pretto et al. (2014) também não observou diferenças entre os estoques de glicogênio e glicose hepática de animais alimentados com farelo de crambe *in natura*, rico em polifenóis e outros fatores antinutricionais, e o grupo controle.

No presente estudo, a ALT hepática não foi afetada significativamente ($p>0,05$) ao passo que as AST plasmática e hepática apresentaram comportamento quadrático ($p<0,05$) e exponencial inversos entre si. As enzimas AST e ALT apresentam atividade em diversos tecidos e, em especial, no tecido hepático, sendo utilizadas amplamente como indicador de lesão hepática em várias espécies (MEYER; HARVEY, 1998), pois ambas estão relacionadas ao metabolismo proteico e sua atividade no tecido hepático possui forte

correlação com a manutenção das reservas energéticas e com o turnover proteico (BOMBARDELLI et al., 2004). Segundo Meyer e Harvey (1998), os desequilíbrios metabólicos ou drogas que levem a danos na estrutura da membrana celular provocam o extravasamento destas enzimas teciduais para circulação, sendo que suas meias-vidas são diferentes no plasma. A ALT é primeira a aumentar e tem retorno mais lento aos níveis basais; por outro lado, a AST é afetada tardiamente pelas injúrias e, assim, é tida como indicativo de afecções mais severas, tais como degenerações hepáticas e necroses.

A AST hepática refletiu a mudança no perfil de carboidratos da dieta, onde, com a inclusão da FIG, levou ao aumento dos teores de frutose em relação a glicose. A frutose difere metabolicamente em vários pontos com relação à glicose: enquanto a glicose é amplamente utilizada por várias células do organismo como fonte direta de energia, a frutose requer um pré-processamento visceral. No fígado, a frutose passa por três reações bioquímicas (frutólise), gerando trioses-fosfatos, que são direcionadas à via metabólica da glicólise, conectando assim o metabolismo dos dois carboidratos; a absorção de frutose pelas células hepáticas é feita sem a necessidade da expressão de um transportador específico, como é o caso dos Gluts (receptor celular de glicose), não havendo regulação em sua entrada na célula. Uma vez no citoplasma a frutose será fosforilada para frutose-1-fosfato (primeiro passo da frutólise); altas concentrações de frutose podem levar à depleção das reservas hepáticas de ATP, o que estimula o *turnover* de nucleotídeos e a produção de ácido úrico. A frutose é considerada como um indutor na sobrecarga de trioses-fosfatos, que por sua vez são substratos para formação de glicose, lactato, glicerol, ácidos graxos, ou direcionados para metabolismo oxidativo mitocondrial. Essa maior disponibilidade de trioses-fosfatos possivelmente reduziu a utilização da proteína como fonte energética, diminuindo a atividade da enzima da transaminase AST no plasma em níveis mais altos de inclusão de FIG.

Pelo exposto anteriormente, concluiu-se que as maiores atividades hepáticas de AST no grupo controle com baixa frutose refletiram a utilização da proteína para propósitos energéticos, o que foi reduzido pela inclusão da frutose contida na FIG nos tratamentos, levando assim a uma redução exponencial em sua atividade no tecido hepático. Em contrapartida, no plasma, as atividades inicialmente aumentaram devido a um reflexo tardio dos altos níveis hepáticos, que posteriormente refletiu na queda da atividade plasmática, tendo em vista que a presença dessa enzima no plasma deve-se

principalmente ao aumento da permeabilidade da membrana plasmática do hepatócito submetido a desequilíbrios metabólicos por lesões celulares.

Os valores médios de HT não foram afetados pela inclusão de FIG ($p>0,05$). Porém os teores médios de hemoglobina e a CHCM diminuíram de maneira linear com inclusão da FIG (Tabela 6). Muitos compostos fenólicos possuem propriedades redutoras ou podem agir como quelantes de metais de transição presentes na dieta (SOUSA et al., 2007), o que pode ter reduzido a disponibilidade de ferro para a síntese de hemoglobina. A diminuição da hemoglobina plasmática refletiu também na queda da proteína plasmática total no maior nível de inclusão da FIG (Tabela 6).

Tabela 6 – Variáveis metabólicas de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão de farinha integral de goiaba.

Plasma	Níveis de inclusão de farinha integral de goiaba (g.kg ⁻¹)						EPM*	Regressão	R ²
	0	50	100	150	200	<i>p</i>			
Glicose (mg.dL ⁻¹) ¹	60,64	58,91	77,42	61,85	76,71	0,0621 ^{NS}	2,863		
Albumina (g.dL ⁻¹) ²	0,96	0,77	0,68	0,86	0,43	0,0558 ^{NS}	0,062		
Proteínas totais (g.dL ⁻¹) ²	2,67 ^A	2,88 ^A	2,41 ^A	2,35 ^A	2,07	0,0050	0,081		
Colesterol total (mg.dL ⁻¹) ¹	91,25	91,82	80,63	93,25	98,77	0,4734 ^{NS}	3,035		
Triglicérides (mg.dL ⁻¹) ¹	135,80	118,07	152,45	123,80	108,10	0,1664 ^{NS}	6,080		
ALT (U.L ⁻¹) ⁴	30,19	73,75	72,54	67,05	16,40	6,519 ^{NS}	6,519		
AST (U.L ⁻¹) ⁴	67,70	166,90	251,80	228,90	162,50	0,0016	18,043	$y = -0,0125x^2 + 3,0129x + 62,472$	0,65
Hematologia									
Hematócrito (%)	30,63	32,06	31,81	34,56	32,88	0,5223 ^{NS}	0,700		
Hemoglobina (g.dL ⁻¹)	15,15	9,75	2,92	3,07	2,97	<0,0001	1,196	$y = -0,0621x + 12,98$	0,71
CHCM	50,11	30,57	9,18	9,25	9,13	<0,0001	3,977	$y = -0,2066x + 42,306$	0,71
Tecido intestinal (n=30)									
Amilase (U.g ⁻¹ de tecido) ⁵	14,02	12,48	12,73	15,14	15,26	0,5296 ^{NS}	5,531		
Tecido hepático (n=20)									
Glicogênio (μM de glicose.g ⁻¹) ⁶	90,94	71,60	108,62	75,47	84,32	0,4336 ^{NS}			
ALT (U.g ⁻¹ de ptn) ⁷	8,59	10,26	7,58	10,43	9,04	0,1980 ^{NS}			
AST (U.g ⁻¹ de ptn) ⁷	7,83	4,52	4,16	3,06	1,81	0,0001		$y = 7,7576e^{-0,008x}$,	0,62

*- erro padrão das médias / NS - não significativo ($p > 0,05$) / 1 - em miligramas por decilitro / 2 - em gramas por litro. / 3 - em unidades internacionais por litro / 4 - em micromoles por microlitro / 5 - em unidades internacionais por grama de tecido intestinal / 6 - micromoles de glicose por grama de tecido hepático / 7 - em unidades internacionais por grama de proteína hepática.

CONCLUSÕES

A digestibilidade da farinha integral de goiaba (*Psidium guajava*) em juvenis de tilápia do Nilo é baixa quando comparada com ingredientes tradicionais, como o milho.

A inclusão da FIG na dieta de juvenis de tilápia do Nilo afeta negativamente o desempenho zootécnico, variáveis hematológicas e metabólicas. Portanto, não sendo recomendada como macro ingrediente na dieta de juvenis de tilápia do Nilo.

CAPÍTULO 2

Utilização da farinha de polpa de manga (*Mangifera indica* L.) em dietas para juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Utilização da farinha de polpa manga (*Mangifera indica* L.) em dietas de juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar o valor nutricional da farinha de polpa de manga (FPMA) para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), para tal foi realizado um ensaio de digestibilidade com 80 juvenis ($25 \pm 0,5$ g) alimentados com uma dieta referência e outra teste, em quatro repetições, marcadas com óxido crômico (Cr_2O_3). Determinou-se os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes e energia, dos coeficientes de biodisponibilidade aparente dos aminoácidos (CDAA). O desempenho foi determinado com 300 juvenis ($26,66 \pm 0,17$ g) alimentados com níveis da FPMA (0,0; 40,0; 80,0; 120,0 e 160,0 g.kg^{-1}), em um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, durante 45 dias. Foram avaliados o desempenho, as respostas metabólicas e a hematologia. Os CDA da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) foram respectivamente de 39,26; 50,18 e 44,5%. O desempenho manteve-se com a inclusão da FPMA. As variáveis hematológicas não foram afetadas pelos níveis de inclusão. Para as variáveis metabólicas não foram afetados pela FPMA os teores de albumina, proteínas totais e colesterol. Contudo, as reservas de glicogênio hepático, a glicemia e a atividade da enzima ALT plasmática foram afetadas pela inclusão de FPMA. Conclui-se que a inclusão de até 160 g.kg^{-1} na dieta de juvenis de tilápia do Nilo pode ser realizada sem prejuízo do crescimento. Porém os dados metabólicos sugerem uma saturação do metabolismo dos carboidratos, no maior teor de inclusão, o que aponta para possíveis efeitos deletérios a higidez dos animais com concentrações superiores as testadas.

Palavras-chave: Ingredientes alternativos; resíduos agroindustriais, disponibilidade em aminoácidos, digestibilidade, desempenho

The use of mango pulp meal (*Mangifera indica* L.) in diets of juveniles of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

ABSTRACT

This study aimed to define the nutritive value of mango pulp meal (FPMA) for juveniles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).

For this purpose, a digestibility assay with 80 juveniles (25 ± 0.5 g) was performed. The animals were fed with a standard diet and test diets formulations, in four replicates, labeled with chromic oxide (Cr_2O_3). The apparent digestibility coefficients (CDA) of nutrients, energy, and apparent amino acid bioavailability coefficients (CDAA) were determined. Besides that, was conducted a growth performance assessment of 300 juveniles ($26,66 \pm 0,17$ g), due to addition of FPMA in balanced diets at levels of 0, 40, 80, 120, 160 (g.Kg^{-1}) for 45 days, by a completely randomized design based on four replications. Performance, metabolic responses and hematology were evaluated. Dry matter (DM), crude protein (PB) and crude energy (EB) were, respectively, 39,26; 50,18 and 44,5%. Performance maintained with the inclusion of the FPMA. Inclusion levels did not influence haematological variables. Albumin levels, total protein and cholesterol were not affected by FPMA. But hepatic glycogen reserves, glycemia, and activity of the plasmatic ALT enzyme were affected by the inclusion of this meal. It concludes that the inclusion of FPMA up to 160 g.kg^{-1} in diet of juvenile Nile tilapia can be done without damage to the growth of fish. However, metabolic data suggests a saturation of the carbohydrates metabolism at highest inclusion content what indicates possible deleterious effects to the fish health on concentrations higher than those tested in this study.

Keywords: Alternative ingredients; agroindustrial residues; amino acids disponibility; digestibility; performance.

INTRODUÇÃO

Na piscicultura, a busca por alternativas viáveis de ingredientes para substituição total ou parcial na formulação de dietas para espécies de interesse comercial tem sido constante. O aproveitamento de coprodutos e/ou resíduos agroindustriais em tais formulações, melhorando ou mantendo os índices zootécnicos com custo menor ou equivalente aos tradicionais, vem sendo bastante pesquisado e além do relevante pelo econômico, destaca-se o ambiental (LIMA et al., 2011; MELO et al., 2012; SOUZA et al., 2013).

No Brasil, a despeito das sucessivas quedas na produção nacional, as frutas continuam gerando enormes volumes de produtos e de coprodutos oriundos da indústria de processamento e das perdas nos processos de produção e pós colheita (MARTINS e FARIAS, 2002; DURIGAN et al., 2005).

A redução das perdas na cadeia produtiva e comercialização de frutas constitui-se um grande desafio no Brasil (CECCATO e BASSO, 2011; SANCHES et al., 2016). Frutas com danos mecânicos ou estéticos são muitas vezes descartadas do consumo direto e caso não aproveitadas na indústria de polpas tornam-se muitas vezes lixo sendo um problema de poluição ambiental (VIGNEAULT et al., 2002; CAMPOS e LIMA, 2015).

Segundo BATISTA et al. (2015), a manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta rica em carboidratos como amido, açúcares redutores e substâncias pécticas e sua utilização como fonte de energia em dietas para peixes é objeto de estudos (LIMA et al, 2011; MELO et al., 2012a; SOUZA et al., 2013; BEZERRA et al, 2014; LAZZARI et al., 2015). Para avaliar tal potencial, é importante determinar o valor nutritivo, respostas de desempenho e metabólicas da espécie alvo.

Portanto, o objetivo do presente trabalho é determinar o potencial de inclusão da farinha de manga como ingrediente energético em dietas extrusadas para juvenis de tilápia- do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

MATERIAL E MÉTODOS

1. Ensaio de digestibilidade

Este ensaio foi realizado no Laboratório de Aquicultura da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), em Petrolina-PE. As frutas, o preparo da farinha integral de manga e a aquisição dos demais ingredientes foi realizado no período de outubro a dezembro de 2015. O período experimental iniciou-se no mês de janeiro de 2016, quando foram realizadas as coletas de fezes, sendo os meses de fevereiro e março dedicados às análises laboratoriais dos ingredientes e das fezes coletadas.

1.1 Confeção da farinha de polpa de manga

As frutas da variedade Tommy foram coletadas no mercado do produtor de Juazeiro-BA. Após higienização, foram descascadas, os caroços retirados e a polpa cortada em pedaços pequenos, levadas para estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 48 horas para secagem; logo após, triturou-se a polpa em moinho-de-faca até a formação de pó separado em peneira com 1 mm de diâmetro, sendo esta farinha homogeneizada e mantida sob refrigeração até a sua utilização.

Sua composição química foi analisada segundo AOAC (2005) e seus teores de composto fenólicos totais determinados através da extração ultrassônica em acetona 70%, dosagem com reagente Folin-Ciocalteu e lidas contra curva padrão de ácido tânico ($0,1 \text{ mg.mL}^{-1}$), segundo Makkar (2000) (Tabela 7).

Tabela 7 – Composição química e valores dos conteúdos em aminoácidos da dieta-referência e da farinha de polpa de manga (valores expressos na matéria seca).

Composição química analisada	DR ¹	FPMA ²
Matéria seca (g.kg ⁻¹) ³	964,00	910,00
Matéria mineral (g.kg ⁻¹) ³	63,16	21,5
Proteína bruta (g.kg ⁻¹) ³	418,05	45,00
Energia bruta (kcal.kg ⁻¹) ⁴	4798,76	4.025,27
Fibra Bruta (g. kg ⁻¹) ¹	56,32	99,40
Fenóis Totais (gAT.kg ⁻¹) ⁵	-	0,62
Aminoácidos essenciais (g.kg⁻¹)³		
Arginina	22,9	5,49
Fenilalanina	21,2	1,87
Histidina	7,0	0,88
Isoleucina	18,0	2,09
Leucina	42,5	3,74
Lisina	18,9	1,54
Metionina	7,2	0,55
Metionina+Cistina	13,1	1,76
Treonina	16,3	4,18
Triptofano	2,8	0,99
Valina	20,7	2,20
Aminoácidos não essenciais (g.kg⁻¹)		
Ácido aspártico	33,7	3,96
Ácido glutâmico	7,15	4,73
Alanina	33,6	4,18
Cistina	5,9	1,21
Glicina	27,3	2,31
Prolina	31,8	2,53
Serina	22,7	2,31
Tirosina	13,5	1,65

1-Dieta-Referência / 2- Farinha de polpa de manga. / 3 – Em gramas por quilograma de matéria seca / 4 – em quilocalorias por quilograma de matéria seca / 5- em gramas equivalentes de ácido tânico (padrão) por quilograma de matéria seca.

1.2 Preparação das dietas referência e teste

A dieta-referência foi formulada para atender à exigência nutricional da tilápia-do-Nilo conforme Furuya et al. (2010). A dieta-teste foi constituída por 70% da dieta-

referência e 30% da FPMA (Tabela 8). Todos os ingredientes utilizados foram moídos individualmente, misturados e umedecidos com água a 50°C para posterior extrusão. Após a extrusão, secou-se em estufa a 55°C por 12h e acondicionou-se a ração em sacos plásticos identificados e armazenada em freezer até o momento do fornecimento aos animais. Como indicador de digestibilidade foi utilizado o óxido crômico (Cr₂O₃), adicionado às dietas na proporção de 1 g.kg⁻¹.

Tabela 8 – Formulação e composição química da dieta-referência do ensaio de digestibilidade da farinha de polpa de manga.

Ingredientes	g.kg ⁻¹
Farinha de vísceras de aves	305,00
Farelo de trigo	263,80
Farinha de milho	181,00
Glúten de milho	130,00
Farelo de soja	106,0
Mistura mineral e vitamínica para peixes ¹	5,00
Fosfato Bicálcico	5,00
Vitamina C resistente ²	2,00
Antifúngico ³	1,00
Óxido De Cromo III	1,00
B.H.T. ⁴	2,00

1. Mistura mineral e vitamínica para peixes- composição química: Cobalto (mínimo) 80,00 mg.kg⁻¹; Cobre (mínimo) 3.500,00 mg.kg⁻¹; Ferro (mínimo) 20,00 g.kg⁻¹; Iodo (mínimo) 160,00 mg.kg⁻¹; Manganês (mínimo) 10.000,00 mg.kg⁻¹; Selênio (mínimo) 100,00 mg.kg⁻¹; (mínimo) 24,00 mg.kg⁻¹; Ácido Fólico (mínimo) 1200,00 mg.kg⁻¹; Ácido Nicotínico (mínimo) 20,00 g.kg⁻¹; Ácido Pantatênico (mínimo) 10.000,00 mg.kg⁻¹; Biotina (mínimo) 200,00 mg.kg⁻¹; Colina (mínimo) 100,00 g.kg⁻¹; Inositol (mínimo) 25,00 g.kg⁻¹; Vitamina A (mínimo) 2.400.000,00 UI.kg⁻¹; Vitamina B1 (mínimo) 4.000,00 mg.kg⁻¹; Vitamina B2 (mínimo) 4.000,00 mg.kg⁻¹; Vitamina B12 (mínimo) 8.000,00 mg.kg⁻¹; Vitamina C (mínimo) 60,00 g.kg⁻¹; Vitamina B2 (mínimo) 4.000,00 mg.kg⁻¹; Vitamina B6 (mínimo) 3.500,00 mg.kg⁻¹; Vitamina D3 (mínimo) 600.000,00 UI.kg⁻¹; Vitamina E (mínimo) 30.000,00 UI.kg⁻¹; Vitamina K3 (mínimo) 3.000,00 mg.kg⁻¹. / 2 - Vitamina C resistente às altas pressões e temperaturas e insolúvel em água. / 3 - Propionato de cálcio. / 4- Antioxidante = di-terc-butil metil fenol ou hidroxitolueno butilado. / 5 - de acordo com (Furuya 2010).

1.3 Instalações e equipamentos

O ensaio de digestibilidade foi conduzido em cubas de digestibilidade cônicas (200 litros) em sistema de recirculação de água e aeração individual com pedras porosas. O sistema possuía alimentação e drenagem de água individualizada com filtro físico de carvão ativado e reservatório (filtro biológico).

1.4 Peixes e protocolo de coleta de fezes

Foram utilizados 80 juvenis de tilápia do Nilo ($25 \pm 0,5\text{g}$), distribuídos aleatoriamente e mantidos em oito cubas de coleta na densidade de um grama por litro. Após adaptação por quatro dias às unidades experimentais e às dietas, iniciou-se o processo de coleta de fezes (SUGIURA et al., 1998), o que permitiu, além da adaptação às dietas-teste, também a eliminação de fezes de dietas anteriores.

As dietas foram ofertadas nas unidades experimentais (cubas) em quadruplicata. Os peixes foram alimentados cinco vezes ao dia até a saciedade aparente, no período de 07h:00min às 17h:00min. Após 1 hora do último horário de alimentação, a recirculação de água dos tanques era fechada, cada cuba, limpa e seu volume de água renovado parcialmente, permanecendo apenas o sistema de aeração ligado. Posteriormente, eram acoplados os tubos de coleta de fezes (recipientes térmicos com gelo). Os tubos de coleta eram retirados às 06h:00min da manhã do dia seguinte, seus conteúdos acumulados eram centrifugados e o sobrenadante desprezado. O material precipitado era então cuidadosamente coado em peneiras finas e acondicionado em potes plásticos e imediatamente congelado em freezer a -21°C até ao final do período de coleta, segundo o sistema de Guelph adaptado de Guimarães et al. (2008a) e Guimarães et al. (2008b).

1.5 Cálculo dos CDA e CDAA da energia e nutrientes

Os CDA dos nutrientes e energia, bem como os CDAA dos aminoácidos foram calculados através dos teores de óxido crômico presentes nas rações e recuperados nas fezes, de acordo com método de determinação dos CDA, calculados através das equações 1 e 2 (NRC, 2011):

Equação 1:

$$CDA = 100 - \left[100 \times \left(\frac{gkg^{-1}I_D}{gkg^{-1}I_F} \right) \times \left(\frac{gkg^{-1}N_F}{gkg^{-1}N_D} \right) \right]$$

Onde:

CDA (n) = Coeficiente de digestibilidade aparente;

ID = concentração de óxido cromo III na ração (g.kg⁻¹);

IF = concentração de óxido cromo III nas fezes (g.kg⁻¹);

ND = nutrientes na ração;

NF = nutrientes nas fezes.

Equação 2:

$$CDA_{ing} = CDA_{DT} + (CDA_{DT} - CDA_{DR}) \times \left[\frac{b \times N_{DR}}{a \times N_{Ing}} \right]$$

Onde:

CDA_{Ing} = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente;

CDA_{DT} = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta com o alimento-teste;

CDA_{DR} = coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência;

a = porcentagem do ingrediente teste;

b = porcentagem da dieta referência;

N_{DR} = nutriente na dieta referência;

N_{Ing} = nutriente na dieta teste.

2. Ensaio de desempenho com inclusão de FPMA

O ensaio do desempenho zootécnico foi conduzido nas instalações do Laboratório de Aquicultura da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), no *Campus* de Ciências Agrárias, em Petrolina-PE, nos meses de maio e junho de 2016, totalizando 45 dias de período experimental.

2.1. Peixes utilizados e instalações

Foram adquiridos 300 juvenis de tilápia-do-Nilo ($26,66 \pm 0,17\text{g}$), machos, revertidos sexualmente oriundos da empresa AAT International Ltda, localizada no município de Paulo Afonso-BA. Os animais foram distribuídos em 20 caixas circulares (500L) em plástico com reforço de fibra de vidro (PRFV) acopladas a um sistema de recirculação com biofiltro, onde permaneceram por todo o período experimental.

2.2 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), no qual quinze peixes foram distribuídos em cada uma das vinte caixas (unidades experimentais), constando de cinco dietas experimentais (tratamentos) e quatro repetições para cada.

2.2.1 Dietas experimentais

Foram formuladas cinco dietas experimentais 0 (controle), 40, 80, 120 e 160 g. kg^{-1} de FPMA, confeccionadas segundo Furuya (2010) para atender as exigências nutricionais da espécie e de forma que fossem isoenergéticas, isofibrosas e isoproteicas, conforme representado na Tabela 9.

Tabela 9 – Formulação e composição química das dietas experimentais, com diferentes níveis de inclusão de farinha de polpa de manga na dieta de tilápia-do-Nilo, valores expressos em gramas por quilograma de matéria seca. (Continua)

Ingredientes	Nível de inclusão (g.kg ⁻¹)				
	0	40	80	120	160
Farinha de milho	280,0	280,0	280,0	280,0	280,0
Farelo de trigo	255,0	217,0	179,6	141,9	104,2
Farinha de vísceras de aves	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0
Glúten de milho	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0
Farelo de soja	160,0	160,0	160,0	160,0	160,0
Celulose	18,0	13,8	9,0	4,5	0,0
DL-metionina	0,8	3,0	5,2	7,4	9,6
Mistura mineral e vitamínica ¹	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Fosfato bicálcico	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cloreto de colina	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Vitamina C resistente ²	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Antifúngico ³	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
B.H.T. ⁴	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Farinha de polpa de manga	0,0	40,0	80,0	120,0	160,0

Tabela 9 – Formulação e composição química das dietas experimentais, com diferentes níveis de inclusão de farinha de polpa de manga na dieta de tilápia-do-Nilo, valores expressos em gramas por quilograma de matéria seca. (Continuação)

Ingredientes	Nível de inclusão (g.kg ⁻¹)				
	0	40	80	120	160
Composição química calculada ⁵					
Proteína digestível (g.kg ⁻¹)	261,4	261,0	260,7	260,3	260,0
Matéria mineral (g.kg ⁻¹)	60,6	58,6	56,7	54,7	52,7
Energia digestível (kcal.kg ⁻¹)	3077,17	3061,88	3046,59	3031,30	3016,01
Fibra bruta (g.kg ⁻¹)	59,30	57,50	55,70	53,80	52,00
Extrato etéreo (g.kg ⁻¹)	46,30	46,90	47,50	48,10	48,70
Aminoácidos digestíveis (g.kg ⁻¹) ⁵					
Arginina	17,1	16,9	16,7	16,4	16,2
Fenilalanina	12,8	12,7	12,6	12,4	12,3
Histidina	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0
Isoleucina	10,1	10,2	10,3	10,5	10,6
Leucina	23,9	23,8	23,6	23,5	23,3
Lisina	16,7	16,6	16,5	16,3	16,2
Metionina + cistina.	8,0	7,9	7,9	7,8	7,7
Metionina	5,6	7,7	9,8	11,9	14,1
Treonina	8,6	8,6	8,5	8,5	8,4
Triptofano,	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9
Valina	12,0	11,9	11,8	1,2	1,2

1- Mistura mineral e vitamínica para peixes- composição química: Cobalto (mínimo) 80,00 mg.kg⁻¹; Cobre (mínimo) 3.500,00 mg.kg⁻¹; Ferro (mínimo) 20,00 g.kg⁻¹; Iodo (mínimo) 160,00 mg.kg⁻¹; Manganês (mínimo) 10.000,00 mg.kg⁻¹; Selênio (mínimo) 100,00 mg.kg⁻¹; (mínimo) 24,00 mg.kg⁻¹; (Ácido Fólico (mínimo) 1200,00 mg.kg⁻¹; Ácido Nicotínico (mínimo) 20,00 g.kg⁻¹; Ácido Pantatênico (mínimo) 10.000,00 mg.kg⁻¹; Biotina (mínimo) 200,00 mg.kg⁻¹; Colina (mínimo) 100,00 g.kg⁻¹; Inositol (mínimo) 25,00 g.kg⁻¹; Vitamina A (mínimo) 2.400.000,00 UI.kg⁻¹; Vitamina B1 (mínimo) 4.000,00 mg.kg⁻¹; Vitamina B2 (mínimo) 4.000,00 mg.kg⁻¹; Vitamina B12 (mínimo) 8.000,00 mg.kg⁻¹; Vitamina C (mínimo) 60,00 g.kg⁻¹; Vitamina B2 (mínimo) 4.000,00 mg.kg⁻¹; Vitamina B6 (mínimo) 3.500,00 mg.kg⁻¹; Vitamina D3 (mínimo) 600.000,00 UI.kg⁻¹; Vitamina E (mínimo) 30.000,00 UI.kg⁻¹; Vitamina K3 (mínimo) 3.000,00 mg.kg⁻¹. / 2 - Vitamina C resistente às altas pressões e temperaturas e insolúvel em água. / 3 - Propionato de cálcio. / 4- Antioxidante = di-terc-butil metil fenol ou hidroxitolueno butilado. / 5 - de acordo com (Furuya 2010).

2.2.2 Coleta de material biológico e dados de desempenho

No ensaio de desempenho, foram realizadas uma biometria inicial e outra no fim do período experimental de 45 dias, ambas mediante anestesia com Eugenol (VIDAL et al., 2008).

Após o período experimental, os peixes foram submetidos a jejum de 24 horas e, em seguida, anestesiados para coleta de sangue e biometria final e posterior eutanásia

para coleta do fígado. Foram, então, avaliadas as variáveis de desempenho: índice hepatossomático (IHS – expresso em valores percentuais); coeficiente térmico de crescimento (CTC); ganho de peso (GP – em gramas); comprimento padrão final (CPF – em centímetros); peso final (PF – em gramas); biomassa final (BF); ganho em biomassa (GB); consumo (em gramas); conversão alimentar aparente (CAA) de acordo com as fórmulas abaixo:

$$\text{IHS} = [(\text{peso do fígado}) \times (\text{peso vivo})]^{-1} \times 100$$

$$\text{CTC} = [(\text{PF}^{0,3333} - \text{PI}^{0,3333}) / (\text{T} \times \text{Dias})] \times 1000$$

$$\text{GP} = (\text{peso final} - \text{peso inicial});$$

$$\text{BF} = \text{somatório dos pesos dos animais da unidade experimental};$$

$$\text{GB} = (\text{biomassa final} - \text{biomassa inicial});$$

$$\text{Consumo} = \text{total de ração consumida no período experimental};$$

$$\text{CAA} = (\text{consumo médio de ração no período de tempo}) \times (\text{GP})^{-1}.$$

3. Análises químicas

3.1 Análises de qualidade de água

Os parâmetros de temperatura, pH e oxigênio dissolvido, foram mensurados com uso de analisador multiparâmetro digital, diariamente, pela manhã e pela tarde, e semanalmente, foi verificado o teor de amônia na água com kit colorimétrico comercial (Alcon Labcon-Test®, Amônia Tóxica para Água Doce) nos dois experimentos (digestibilidade e desempenho).

3.2 Composições químicas bromatológicas

As composições bromatológicas dos ingredientes, das dietas e das fezes foram analisadas conforme a AOAC (2005) para determinação dos teores de MS, matéria mineral (MM), PB, extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB). Os teores em óxido crômico foram determinados de acordo com Bremer Neto et al. (2005). O perfil de aminoácidos dos ingredientes, dietas e fezes foram determinados pelo método de cromatografia

líquida de alto desempenho (HPLC) no laboratório da CBO Análises Laboratoriais (Campinas-SP).

3.3 Teores de polifenóis totais

A determinação da concentração de polifenóis totais na FPMA foi realizada segundo Makkar (2000), método de extração em acetona (70%), e dosagem colorimétrica com reagente de Folin-Ciocalteu, carbonato de sódio (20%) e insolubilizado em polivinil pirrolidona (PVPP), com leituras realizadas com curva de ácido tânico ($0,1 \text{ mg.mL}^{-1}$) (Gráfico 1- apêndice) e resultados expressos em mg equivalentes de ácido tânico por kg de matéria seca (MS).

3.4 Análises bioquímicas do plasma e tecido hepático

Foram realizadas avaliações plasmáticas e séricas de alguns intermediários metabólicos e enzimas de interesse para a determinação dos efeitos da inclusão de FPMA na dieta. Para tanto, utilizaram-se kits comerciais de teste bioquímicos (LABTEST®) de determinação colorimétrica em um analisador bioquímico semiautomático veterinário, (Doles®, modelo D-250). Com estes foram determinados os teores de glicose, albumina sérica, proteínas totais, colesterol total, glicemia, triglicérides, teores em aminoácidos livres e atividade da enzima AST. Nas mensurações foram utilizados respectivamente, os kits comerciais Glicose Liquiform® com leitura a 505 nm, Albumina VET® lido em 640 nm, Proteínas Totais®, método do reagente de Biureto lido a 545 nm, Colesterol Liquiform® lido em 500 nm.

A dosagem dos aminoácidos plasmáticos livres foi determinada pelo método da Ninhidrina a 0,1% em propanol, com a realização de curva padrão de solução de glicina a 1mM, lida a 570 nm.

A atividade sérica da enzima alanina aminotransferase (ALT) foi medida com o kit ALT/GPT Liquiform® e lida em 340 nm, medindo-se sua velocidade de reação em um e três minutos.

3.4.1 No tecido hepático

Os conteúdos em glicogênio do tecido hepático foram determinados segundo Bidinotto et al. (1997), em que fragmentos de fígado foram pesados e digeridos em hidróxido de potássio (KOH) a 6 N e os conteúdos de glicogênio extraídos em etanol, centrifugados e o precipitado posto para reagir com sulfato de potássio (K_2SO_4), água e fenol, logo após lido em espectrofotômetro no comprimento de onda de 480nm, comparado com curva padrão de glicose, sendo expressos seus valores micro moles de glicose por grama de tecido hepático.

3.5 Análises hematológicas

Foi determinado o hematócrito (HT) através do método de centrifugação de microtubos capilares de vidro heparinizados com sangue e comparados com tabela percentual para microhematócrito (GOLDENFARB et al., 1971).

Para a determinação dos teores em hemoglobina ($g.dL^{-1}$) (HB) foi usado o método de Collier, (1944).

O índice hematimétrico concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foi calculado segundo Wintrobe (1934), sendo a razão entre hemoglobina e hematócrito, expressa em ($g.dL^{-1}$), calculada pela fórmula $CHCM = (HB/HT).100$.

4. Análises estatísticas dos dados

Os dados foram submetidos inicialmente a uma análise de variância (ANOVA), e em caso de diferença estatística, aplicou-se o teste de comparação múltipla de médias de Dunnet a 5% de probabilidade. Foi utilizada regressão polinomial e exponencial, para avaliar o efeito da inclusão da FPMA. Todas as análises foram realizadas pelo programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Ensaio de digestibilidade

Não foi observada mortalidade durante o período experimental, e os parâmetros físico-químicos de qualidade de água, tais como temperatura ($26,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$), oxigênio dissolvido ($4,8 \pm 0,3 \text{ mg.L}^{-1}$) e pH ($6,8 \pm 0,4$), mantiveram-se dentro dos limites recomendados para as espécies de peixes tropicais segundo Boyd, (1982).

As frações analíticas MS, PB, FB e EB da FPMA, determinadas no presente estudo, foram de 910,00, 45,00, 99,00 (g.kg^{-1}) e 4.025,27 (kcal.kg^{-1}), respectivamente (Tabela 7). Sendo os valores de MS e PB semelhantes aos descritos por Lima et al. (2011) (MS = 941,00 e PB = 44,4) e Vieira et al. (2008) (MS = 922,30 e PB = 38,70), ao estudarem a composição de resíduos da indústria de polpa de frutas, contendo casca e semente. Porém, os autores supracitados divergem nos resultados deste estudo, quanto aos valores de FB 149,9 (g.kg^{-1}) para Lima et al. (2011) e 146,00 (g.kg^{-1}) para Vieira et al. (2008): e, para EB de 3.724,00 e 3.906,00 (kcal.kg^{-1}), respectivamente para os autores supracitados. Segundo Batista et al. (2015), a polpa da manga contém carboidratos como frutose, amido e pectinas, moléculas com grandes teores de energia em suas ligações químicas (VERGARA-VALENCIA et al., 2007).

Observou-se na FPMA valores de 0,62 gramas equivalentes de ácido tânico (gAT.kg^{-1}) para compostos fenólicos totais de (Tabela 7). Segundo Oliveira et al., (2009) a casca da manga contém maiores concentrações de compostos fenólicos que a polpa, portanto os resultados descritos neste estudo demonstram coerência com o fato da não utilização de cascas ou sementes na confecção desta farinha.

Os CDA da MS, PB e EB foram respectivamente de 39,26; 50,18 e 44,55% (Tabela 10), divergindo dos descritos por Lima et al. (2011), que relataram valores de 78,0, 87,8 e 77,5%.

O CDAA da metionina (64,17 %) apresentou o de maior valor dentre os observados nos aminoácidos essenciais (Tabela 10), sendo inferior aos coeficientes descritos por Furuya et al. (2001) para o milho em grãos (92,36%) e farelo de trigo (74,16%), o mesmo ocorrendo para os CDAA de todos os outros aminoácidos. Segundo, Batista et al. (2015) descreveram, na polpa de mangas da variedade Tommy Atkins, a

presença de concentrações em torno de 3,08 (g.kg⁻¹) de substâncias pécnicas. Peixes omnívoros possuem naturalmente em sua dieta a presença de pectinas e outros carboidratos não amiláceos (KROGDAHL et al., 2005). Taniguchi e Takano (2004) detectaram atividade de β -galactosidase (tipo de pectinase) no intestino anterior e médio de tilápias do Nilo. Contudo, Krogdahl et al. (2005) também afirmam que os conteúdos os polissacarídeos não amiláceos solúveis, como a pectina, podem afetar negativamente a hidrólise das proteínas mesmo em peixes omnívoros. Já Irvin et al. (2015) ao avaliarem os efeitos de diferentes tipos de fibra na dieta de Barramundi (*Lates calcarifer*), descreveram efeito deletério da pectina sobre digestibilidade da energia e nutrientes, por afetar a viscosidade e velocidade do trânsito intestinal. O mesmo comprovado por Castillo e Gatlin (2015) que ao adicionarem pectinases exógenas à dieta de juvenis de tilápia, aumentaram a digestibilidade de ingredientes vegetais.

Portanto, a menor digestibilidade da energia e nutriente e a menor disponibilidade dos aminoácidos na FPMA, provavelmente, deve-se a interferência dos conteúdos em fibras solúveis indigestíveis, como a pectina.

Tabela 10 – Valores médios dos coeficientes de disponibilidade aparente dos aminoácidos e coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes da farinha de polpa de manga para juvenis de tilápia-do-Nilo.

Nutrientes	CDA (%) ¹
Matéria Seca	39,26
Proteína Bruta	50,18
Energia Bruta	44,55
Aminoácidos essenciais	CDAA (%) ²
Arginina	39,55
Histidina	60,57
Isoleucina	57,91
Leucina	59,74
Lisina	59,00
Metionina	64,17
Metionina +Cistina	53,09
Fenilalanina	60,89
Treonina	50,21
Triptofano	58,10
Valina	55,87
Aminoácidos não essenciais	
Alanina	57,55
Prolina	55,72
Cistina	42,43
Serina	54,00
Tirosina	64,05
Glicina	44,36
Ácido aspártico	70,91
Ácido glutâmico	71,45

1- CDA (%) coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes e energia em valores percentuais / 2- CDAA (%) coeficientes de disponibilidade aparente dos aminoácidos, ambos em valores percentuais.

2. Ensaio de desempenho

Durante o período experimental de 45 dias, não ocorreu mortalidade e os parâmetros físico-químicos de qualidade de água: temperatura ($25,0 \pm 1,0^\circ\text{C}$), oxigênio dissolvido ($5,1 \pm 0,6 \text{ mg.L}^{-1}$) e pH de ($6,5 \pm 0,8$), permaneceram nos limites recomendados por Boyd (1990), para cultivo de peixes tropicais.

As médias das variáveis consumo, CAA, IHS e CPF não foram influenciadas ($p > 0,05$) pela inclusão de FPMA (Tabela 11). Lima et al. (2011), ao experimentarem níveis de 0, 50, 100 e 150 (g.kg^{-1}) de resíduo de manga na dieta de tilapias, encontraram resultados semelhantes. Já Bezerra et al. (2014) ao testarem níveis de 200, 300, 400 e 500 (g.kg^{-1}) de farinha da polpa de manga na dieta de tambaqui (*Colossoma macropomum*), reportaram efeito quadrático positivo sobre as reservas de glicogênio. Porém estes autores variaram os teores de proteína concomitantemente aos níveis de polpa (380, 330, 280 e 220 g.kg^{-1}), o que interferiu na origem das reservas hepáticas de

glicogênio, pois os maiores conteúdos de proteína podem ter sido direcionados para formação de glicose (gliconeogênese), mascarando assim o efeito da inclusão. Outrossim, as diferenças entre os hábitos alimentares das espécies em questão, podem ter produzido esta divergência de efeitos.

Melo et al. (2012a) ao substituírem a farinha de milho por níveis crescentes de farinha de polpa de manga em dietas para juvenis de tilápia do Nilo, não observaram diferenças entre as médias dos tratamentos e o grupo controle, para as variáveis consumo de ração e CAA, assim como no presente estudo. Entretanto, Souza et al. (2013), utilizando farinha de polpa de manga com casca descreveram efeito negativo sobre o consumo e CAA, respectivamente para teores acima de 200,0 (g.kg⁻¹), este efeito foi atribuído pelos autores a possíveis conteúdos fenólicos oriundos da casca da fruta. A FPMA do corrente estudo contém concentrações de fenóis totais de 0,62 (gAT.kg⁻¹). Pinto et al. (2004) reportaram efeitos deletérios dos taninos sobre a digestão de juvenis de tilápia. Este efeito relatado pelos pesquisadores supracitados não foi observado no presente estudo, provavelmente, pelo o fato dos teores de tanino presentes na fração de polifenóis totais, serem insuficientes para causar efeito negativo sobre o desempenho.

Não foram observadas, neste estudo, diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as médias das variáveis CPF, PF, BF, GP, GB e CTC do maior nível de inclusão (160 g.kg⁻¹) de FPMA quando comparado ao controle (sem FPMA). Resultados semelhantes foram descritos por Lima et al. (2011) e Melo et al. (2012a), respectivamente em seus estudos com resíduo agroindustrial de manga e farinha de polpa de manga, ambos em juvenis de tilápia. Ambos concluíram que positivamente pela possibilidade de inclusão, sem prejuízo ao desempenho, das respectivas farinhas na dieta de juvenis de tilápia. Lima et al. (2011) de até 150,0 (g.kg⁻¹) e Melo et al. (2012a) de até 300,0 (g.kg⁻¹). Em contraponto, Souza et al. (2013) ao observarem redução no desempenho com a inclusão de farinha de manga com casca, desaconselharam sua inclusão em concentrações superiores a 100 (g.kg⁻¹).

As mangas são frutas que possuem majoritariamente, conteúdos energético provenientes de carboidratos e entre estes as pectinas (BATISTA et al., 2015), que são polissacarídeos não amiláceos (PNA), polímeros de ligações β -galactosídicas (ácido galacturônico) e que, segundo Krogdahl et al. (2005), mesmo em peixes onívoros, são capazes de aumentarem a taxa de passagem bolo alimentar, por alterar sua viscosidade,

retendo água e íons por osmose, e adsorvendo outras moléculas presente na ingesta, tais como esteróis e ácidos e dependendo das concentrações, pode diminuir o tempo de exposição dos nutrientes às enzimas digestivas e reduzir a concentração intestinal dos mesmos. Segundo Irvin et al. (2015), a pectina é apontada como um dos PNA que mais afetam negativamente a digestibilidade em peixes. Porém as tilápias são peixes omnívoros que naturalmente possuem enzimas pectinases no trato digestório (TANIGUCHI; TAKANO, 2004), aproveitando satisfatoriamente diversos ingredientes de origem vegetal (FURUYA et al., 2001; FURUYA, 2010).

Tabela 11 – Valores médios das variáveis de desempenho de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com a inclusão de farinha de polpa de manga.

Variáveis	Níveis de inclusão de farinha de polpa de manga (g.kg ⁻¹)					EPM ¹	<i>p</i>
	0	40	80	120	160		
Comprimento padrão final (cm) ²	14,16	13,76	13,72	13,76	14,23	0,07	0,328 ^{NS}
Peso final (g) ³	89,78 ^A	78,53	81,45 ^A	80,35	85,86 ^A	1,33	0,027
Biomassa final (g) ³	1346,70 ^A	1177,90	1221,70 ^A	1205,30	1287,80 ^A	19,89	0,027
Ganho de peso (g) ³	63,40 ^A	52,00	54,84 ^A	53,38	59,04 ^A	1,35	0,025
Ganho em biomassa (g) ³	951,10 ^A	780,10	822,60 ^A	800,70	885,70 ^A	20,22	0,025
Coefficiente térmico de crescimento	1,33 ^A	1,56	1,20 ^A	1,17	1,26 ^A	0,019	0,026
Consumo (g) ³	1160,30	1169,10	1213,50	1212,30	1223,50	17,11	0,730 ^{NS}
Conversão alimentar aparente	1,24	1,50	1,49	1,53	1,39	0,04	0,180 ^{NS}
Índice hepatossomático	2,52	2,82	3,00	2,54	3,11	0,10	0,227 ^{NS}

Teste de Dunnett, onde médias com letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente do grupo controle ($p > 0,05$). / 1-erro padrão das médias / 2 - em centímetros / 3 – em gramas.

Os teores médios plasmáticos de albumina, proteínas totais e colesterol total não apresentaram influência ($p > 0,05$) da inclusão de FPMA (Tabela 12). Os níveis plasmáticos de glicose reduziram linearmente com os níveis testados e concomitantemente, as reservas de glicogênio hepático demonstraram comportamento quadrático. A atividade plasmática da transaminase ALT e as concentrações plasmáticas de aminoácidos livres, diferiram do controle ($p < 0,05$) apenas no maior nível de inclusão de 160 (g.kg^{-1}) (Tabela 12). Bezerra et al. (2014), ao testarem níveis de polpa de manga (de 200 a 500 g.kg^{-1}) na dieta de tambaquis (*Colossoma macropomum*), concluíram que os animais mantiveram a glicemia através da mobilização da reserva de glicogênio hepático e aumento dos níveis plasmáticos de aminoácidos livres. Toledo et al. (2013) descreveram em ratos, um efeito pró-oxidativo com a inclusão de 100 g.kg^{-1} de polpa de manga liofilizada na dieta, o que causou elevação da atividade plasmática de ALT. Conforme Meyer e Harvey (1998), a atividade plasmática desta enzima é correlacionada a danos a permeabilidade da membrana citoplasmática ou a desequilíbrios metabólicos dos hepatócitos.

A troca do tipo de carboidrato presente na dieta induzida pela inclusão de FPMA, reduziu os níveis de glicose plasmáticos, devido a diminuição da disponibilidade da glicose oriunda da dieta. Paralelamente no tecido hepático as reservas de glicogênio aumentaram inicialmente, em decorrência da maior disponibilidade de moléculas utilizadas como matéria-prima para formação de glicose através de gliconeogênese, como as trioses fosfato advindas do processo de frutólise, estas reservas reduziram nos maiores níveis para a manutenção dos níveis plasmático de glicose. Este tipo de fenômeno foi descrito por Rosset et al. (2016), onde a absorção de frutose não possui um mecanismo de regulação, como a glicose, logo, a ingestão de grandes quantidades levaria a produção de intermediários metabólicos, como as trioses fosfato, de origem no processo de frutólise. Estes intermediários, por sua vez, seriam convertidos em glicose, lactato, glicerol e ácidos graxos, ou mesmo encaminhados para o metabolismo oxidativo mitocondrial. Ao ser absorvida e sequencialmente, fosforilada no citoplasma, estas grandes quantidades de frutose também acarretam depleção das reservas hepáticas de ATP, aumentando assim, o *turnover* proteínas.

Os percentuais de hematócrito, hemoglobina e concentração de hemoglobina corpuscular média não foram afetados ($p>0,05$) pelos tratamentos. Akrami et al. (2013) ao pesquisarem o efeito prebiótico de carboidratos poliméricos de frutose (os frutoligosacarídeos) em esturjões, descreveram aumento apenas nos valores médios de glóbulos brancos, não relatando diferenças significativas ($p>0,05$) nos índices hematimétricos, já Kim et al. (2016) observaram influência dos teores de energia e proteínas sobre os teores de hemoglobina. Este estudo foi conduzido com dietas isoprotéicas e isoenergéticas, na tentativa de isolar a composição em carboidratos da FPMA como única fonte de variação nas respostas e portanto não havendo a presença destes fatores citados pelos autores acima que pudessem levar a efeitos sobre as variáveis hematológicas estudadas.

Tabela 12 – Variáveis metabólicas e hematológicas de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão de polpa de manga.

Variáveis	Níveis de inclusão (g.kg ⁻¹)					p	EPM ¹	Regressão	R ²
	0	40	80	120	160				
Plasma									
Glicose (mg.dL ⁻¹) ²	70,93 ^A	67,65 ^A	78,34 ^A	76,74 ^A	57,23	0,0009	7,41	Y = 4,4597X+34,663	0,5582
Albumina (g.dL ⁻¹) ³	3,19	2,49	2,52	2,75	2,26	0,2802 ^{NS}	0,14	-	-
Proteínas totais (g.dL ⁻¹) ³	3,18	2,94	3,16	3,03	2,84	0,6127 ^{NS}	0,07	-	-
Colesterol total (mg.dL ⁻¹) ²	80,81	88,97	73,79	94,86	88,90	0,2711 ^{NS}	3,21	-	-
ALT (U.L ⁻¹) ⁵	8,29 ^A	7,42 ^A	7,36 ^A	8,77 ^A	15,09	0,0119	0,84	-	-
Aminoácidos livres (μM,μL ⁻¹) ⁵	37,85 ^A	37,14 ^A	35,96 ^A	38,59 ^A	45,15	0,0205	1,03	-	-
Hematologia								-	-
Hematócrito (%)	45,50	38,25	43,75	45,00	46,25	0,7259 ^{NS}	1,19	-	-
Hemoglobina (g.dL ⁻¹)	3,54	3,44	3,18	3,17	3,33	0,6013 ^{NS}	0,08	-	-
CHCM (g.dL ⁻¹)	7,79	8,53	6,11	7,04	7,67	0,2229 ^{NS}	0,26	-	-
Tecido hepático								-	-
Glicogênio (μM de glicose. g ⁻¹) ⁷	57,38	127,98	122,82	124,24	136,60	0,0142	7,39	Y= -0,0049X ² +1,1717X+67,16	0,6267

Teste de Dunnett, médias rotuladas com a mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente do grupo controle (p<0,05) / 1- erro padrão das médias / NS - não significativo (p > 0,05) / 1 - em miligramas por decilitro / 2 – em gramas por litro. / 3 – em unidades internacionais por litro / 4 – em micromoles por microlitro / 5 – em unidades internacionais por grama de tecido intestinal / 6 – micromoles de glicose por grama de tecido hepático.

CONCLUSÕES

O valor nutritivo da farinha de manga foi inferior aos ingredientes energéticos tradicionais, sua inclusão em até 160 g kg⁻¹ não alterou o desempenho produtivo, porém provocou alterações metabólicas deletérias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Frutas são produtos agrícolas possuidores de compostos ricos em energia e de possível aproveitamento em dietas de peixes onívoros. Porém frutas como a goiaba devem receber tratamento adequado para reduzir seus conteúdos em compostos fenólicos, a fim de minimizar ou eliminar os efeitos deletérios sobre os processos digestórios de peixes como a tilápia.

Já a polpa de manga demonstrou neste estudo potencial como fonte de nutrientes energéticos para tilápias, mas seus prováveis conteúdos em fibras indigestíveis impediram o aproveitamento pleno dos seus nutrientes, mesmo na espécie onívora da presente pesquisa, o que sugere a necessidade de futuros estudos sobre os possíveis efeitos positivos do uso da FPMA com técnicas ou processos complementares que levem à hidrólise de seus compostos indigestíveis solúveis que possam reduzir seus efeitos deletérios sobre a digestibilidade.

Portanto, é plausível sugerir futuros estudos com técnicas e processos que possam melhorar o aproveitamento destes coprodutos da fruticultura na alimentação de peixes.

REFERÊNCIAS

- AKRAMI, R.; IRI, Y., ROSTAMI, H.K.; MANSOUR, M.R. Effect of dietary supplementation of fructooligosaccharide (FOS) on growth performance, survival, lactobacillus bacterial population and hemato-immunological parameters of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) juvenile. **Fish & shellfish immunology**, v. 35, n. 4, p. 1235-1239, 2013.
- ALMEIDA, F. S.; VASCONCELOS, N. G. Economic context of fishing sector in the world and in Brazil. **Unisanta Law and Social Science**, v. 3, n. 1, p. 40-45, 2014.
- AMIN, M.N.; KATERSKY BARNES, R.; ADAMS, L.R. Effect of temperature and varying level of carbohydrate and lipid on growth, feed efficiency and nutrient digestibility of brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814). **Animal Feed Science and Technology**. v.193. p. 111–123. 2014.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos-uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 66, n. 1, p. 01-09, 2007.
- ARAÚJO, J.R. de; DOS SANTOS, L.D.; DA SILVA, L.C.R.; DOS SANTOS, O.O.; MEURER, F. Digestibilidade aparente de ingredientes do Semi-Árido Nordeste para tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 900-903, 2012.
- ARBOS, K.A.; STEVANI, P.C.; DE FÁTIMA CASTANHA, R. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. **Revista Ceres**, v. 60, n. 2, 2013.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16° ed. Washington, DC: AOAC International, 2005.
- BARCHI, G. L.; BERARDINELLI, A.; GUARNIERI, A.; RAGNI, L.; TOTARO FILA, C. Damage to loquats by vibration-simulating intrastate transport. **Biosystems Engineering**, London, v. 82, n. 3, p. 305–312, 2002.

- BARROS, A.F.; MAEDA, M.M.; MAEDA, A.; SILVA, A.C.C.; ANGELI, A.J. Custo de implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte no Estado de Mato Grosso, Brasil. **Arch. Zootec**, v. 65, p. 21-28, 2016.
- BATISTA, P.F.; LIMA, M.A.C.D.; TRINDADE, D.C.G.D.; ALVES, R.E. Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley1. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 176-184, 2015.
- BECKER, K.; MAKKAR, H.P.S. Effects of dietary tannic acid and quebracho tannin on growth performance and metabolic rates of common carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture**, v. 175, n. 3, p. 327-335, 1999.
- BENEDITO-PALOS, L.; BALLESTER-LOZANO, G. F.; SIMÓ, P.; KARALAZOS, V.; ORTIZ, Á.; CALDUCH-GINER, J.; PÉREZ-SÁNCHEZ, J. Lasting effects of butyrate and low FM/FO diets on growth performance, blood haematology / biochemistry and molecular growth-related markers in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture**, v. 454, p. 8-18, 2016.
- BERGAMIN, G.T.; VEIVERBERG, C.A.; SILVA DA, L.P.; PRETTO, A.; SIQUEIRA, L.V.; RADÜNZ NETO, J. Extração de antinutrientes e aumento da qualidade nutricional dos farelos de girassol, canola e soja para alimentação de peixes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.10, p.1878-1884, 2013a.
- BERGAMIN, G.T.; VEIVERBERG, C.A.; SIQUEIRA, L.V.; EGGERS, D.P.; RADÜNZ NETO, J. Digestibilidade aparente de farelos vegetais tratados para remoção de antinutrientes em dietas para jundiá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 928-934, 2013b.
- BERGOT, F.; BREQUE, J. Digestibility of starch by rainbow trout: effects of the Physical state of starch and of the intake level. **Aquaculture**, 34 (1983) 203-212.
- BEZERRA, S. K.; SOUZA, R.C.; MELO, J.F.B.; CAMPECHE, D.F.B. Crescimento de tambaqui alimentado com diferentes níveis de farinha de manga e proteína na ração. **Archivos de zootecnia**, v. 63, n. 244, p. 587-598, 2014.

- BIDINOTTO, P. M., MORAES, G., SOUZA, R. H. S. Hepatic glycogen and glucose in girth tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of micro samples. **Bol. Tec. CEPTA**. Pirassununga, v 10, p. 53-60, 1997.
- BLOM, J.H.; LEE, K. J.; RINCHARD, J.; DABROWSKI, K.; OTTOBRE, J. Reproductive efficiency and maternal-offspring transfer of gossypol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing cottonseed meal. **J. Anim. Sci.** Jun., v. 79, n. 6, p. 1533-1539, 2001.
- BOCK, C.L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, O.Â.; BARROS, M.M. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2197-2202, 2006.
- BOMBARDELLI, R.A.; MEURER, F.; SYPPERRECK, M.A. Metabolismo protéico em peixes. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, v. 7, n. 1, p. 69-79, 2004.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T. Fatores que afetam os coeficientes de digestibilidade nos alimentos para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, nº1, p.20-30, julho/agosto de 2004.
- BOOTH, M. A.; MOSES, M. D.; ALLAN, G. L. Utilisation of carbohydrate by yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*). **Aquaculture**, v. 376, p. 151-161, 2013.
- BOSCARDIN, N.R.A. Produção aquícola brasileira. **FAO** (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Disponível em: <<http://www.fao.org/wairdocs/ap870p/ap870p.pdf#page=20>>. Acessado em 30 de maio de 2015.
- 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.; SIGNOR, A.; FREITAS, J.M.A. de; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.145-154, supl. Especial. 2011.

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

BOU, M.; TODORČEVIĆ, M.; FONTANILLAS, R.; CAPILLA, E.; GUTIÉRREZ, J.; NAVARRO, I. Adipose tissue and liver metabolic responses to different levels of dietary carbohydrates in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 175, p. 72-81, 2014.

BOYD, C.E. Water quality management for pond fish culture. **Developments in Aquaculture and Fisheries Science**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B, 1982.

BOYD, C.E. **Water quality in ponds for aquaculture**. London: Birmingham Publishing Co., 1990. 482p.

BOYE, J., WIJESINHA-BETTONI, R.; BURLINGAME, B. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. **British Journal of Nutrition**, v. 108, n. S2, p. S183-S211, 2012.

BRABO, M.F.; PEREIRA, L.F.S.; SANTANA, J.V.M.; CAMPELO, D.A.V.; VERAS, G.C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v.4, n°2, p. 50-58, 2016.

BRAGA, E.D. Efeito da suplementação do amido resistente na obesidade e diabetes tipo 2. **RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 5, n. 28, 2012.

BRASIL. Aquicultura brasileira cresce 123% em dez anos. Ministério da agricultura. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/aquicultura-brasileira-cresce-123-em-dez-anos>>. Acesso em: 05 de março de 2017.

BREMER NETO, H.; GRANER, C.A.F.; PEZZATO, L.E.; PADOVANI, C.R. The spectrophotometric method on the routine of 1,5-diphenylcarbazine was adjusted on

chromium determination in feces, after its utilization as a biological marker as chromium (III) oxide. **Ciência Rural**, v.35, p.691-697, 2005.

BRUNETON, J.; **Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia**. AS/Espanha: Ed. Acribia,1991. 594p.

BUENO, G.W.; FEIDEN, A.; NEU, D.H.; LUI, T.A.; WÄCHTER, N.; BOSCOLO, W.R. Digestibility of phosphorus in feed as a nutritional strategy for reduce of effluents from tilapia culture. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 183-191, 2012

CALDARELLI, C.E.; BACCHI, M.R.P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova economia**, Nova Economia, Belo Horizonte, v.22, n. 1, p. 141-164, jan.-abr. de 2012.

CASTILLO, S.; GATLIN, D.M. Dietary supplementation of exogenous carbohydrase enzymes in fish nutrition: a review. **Aquaculture**, v. 435, p. 286-292, 2015.

CAVALHEIRO, A.C.M.; CASTRO, M.L.S.; EINHARDT, M.D.S.; POUHEY, J.L.O.F.; PIEDRAS, S.N.; XAVIER, E.G. Microingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro – Revisão. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v. 109, n. 589-590, p,11-20, 2014.

CECCATO, Carla; BASSO, Cristiana. Avaliação das perdas de frutas, legumes e verduras em supermercado de Santa Maria-RS. **Disciplinarum Scientia Saúde**, v. 12, n. 1, p. 127-137, 2011.

CHANG, Y.P.; TAN, M.P.; LOK, W.L.; PAKIANATHAN, S.; SUPRAMANIAM, Y.. Making use of guava seed (*Psidium guajava L*): the effects of pre-treatments on its chemical composition. **Plant foods for human nutrition**, v. 69, n. 1, p. 43-49, 2014.

CHIODI, L. **Integração espacial no mercado brasileiro de milho**. 2006. 89p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CHRISTENSEN, L. K. The proteolytic activity of gastric juice. **Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation**, v. 7, n. 3, p. 225-230, 1955.

- COLLIER, H.B. The standardization of blood haemoglobin determinations, **Can. Med. Ass. J. Vancouver**, v.50, n.6, p.550-552, 1944.
- COPLEY, N.G. Alloxan and ninhydrin test. **Analyst**. v. 66. P. 492-493, 1941.
- CORRADINI, E.; LOTTI, C.; DE MEDEIROS; E.S.; CARVALHO, A.J.F.;
CURVELO, A.A.S.; MATTOSO, L.H.C. Estudo comparativo de amidos termoplásticos derivados do milho com diferentes teores de amilose. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 15, n. 4, p. 268-273, 2005.
- CORRÊA, A.D.; SANTOS, S.R.; ABREU, C.M.P.; JOKL, L.; SANTOS, C.D.
Remoção de polifenóis da farinha de folhas de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, p.234 - 239, 2004.
- COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 5ª Ed. São Paulo: Ed Manole. p. 421-446. 2005
- DE CAMPOS, R.F.F.; DE LIMA, C. Sustentabilidade através de remanejamento de resíduos com prática de gestão ambiental implantado no Supermercado Cereal. **Ignis: Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia da Informação**, v. 3, n. 1, p. 25-44, 2015.
- DE MAGALHÃES JÚNIOR, F.O.; DE SOUZA, R.H.B.; PASSINATO, É.B.; DOS SANTOS CIPRIANO, F.; LIMA, K.S.; TONINI, W.C.T.; BRAGA, L.G.T. (2016). Apparent digestibility of nutrients and energy of conventional ingredients for the silver mojarra, *Diapterus rhombeus*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 1655-1666, 2016.
- DE SOUZA LEÃO, E.L.; MOUTINHO, L.M.G.; CAMPOS, L.H.R. Arranjo produtivo local da fruticultura irrigada do vale do Submédio do São Francisco, Pernambuco/Bahia: fluxos comerciais e dinamismo. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 273, 2016.
- DE SOUZA MOURA, G.; OLIVEIRA, M.G.A.; LANNA, E.T.A.; JÚNIOR, A.M.; MACIEL, C.M.R.R. Desempenho e atividade de amilase em tilápias-do-nylo submetidas a diferentes temperaturas. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1609-1615, 2007.

DELFINO, R.D.A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Interação de polifenóis e proteínas e o efeito na digestibilidade protéica de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pérola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 308-312, 2010.

DENSTADLIA, V.; SKREDEA, A.; KROGDAHLA, Å.; SAHLSTRØMD, S.; STOREBAKKENA, T. Feed intake, growth, feed conversion, digestibility, enzyme activities and intestinal structure in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed graded levels of phytic acid. **Aquaculture**, v. 256, n. 1 – 4, p. 365-376, 2006.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO; S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.4, p.980-984, 2010.

DURIGAN, M.F.B.; MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F. Injúrias mecânicas na qualidade pós-colheita de lima ácida 'Tahiti' armazenada sob condição ambiente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n.3, p. 369-372, 2005.

EBRINGEROVÁ, A. Structural diversity and application potential of hemicelluloses. **Macromolecular Symposia**, v.232, p.1–12. 2006.

EGGUM, B.O.; JULIANO, B.O.; PEREZ, C.M.; ACEDO, E.F. The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. **Journal of Cereal Science**, v. 18, n. 2, p. 159-170, 1993.

ELANGOVAN, A.; SHIM, K.F. The influence of replacing fishmeal partially in the diet with soybean meal on growth and body composition of juvenile tin foil barb (*Barbodes altus*). **Aquaculture**, v. 189, n. 1, p. 133-144, 2000.

ENGLYST, H.; WIGGINS, H.S.; CUMMINGS, J.H. Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. **Analyst**, v.107, p.307-318, 1982.

FARIA, H.G.; STABILLE, S.R. Desempenho de ratos (*Rattus norvegicus*) da linhagem Wistar em crescimento alimentados com dietas extrusadas e peletizadas. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, n. 1, p. 75-79, 2007.

FERNANDES, A.G.; MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M. de; COSTA, J.M.C da; FIGUEIREDO, R.W. de; PRADO, G.M. do. Comparação dos teores em vitamina c, carotenoides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alim. Nutr.**, Araraquara. v.18, n.4, p. 431-438, out. / dez. 2007.

FISH, B.C.; THOMPSON, L.U. Lectin-tannin interactions and their influence on pancreatic amylase activity and starch digestibility. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 39, n. 4, p. 727-731, 1991.

FLAJNIK, M. F.; RUMFELT, L. L. The immune system of cartilaginous fish. In: Origin and Evolution of the Vertebrate Immune System. **Springer Berlin Heidelberg**, p. 249-270, 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **The State of World Fisheries and Aquaculture: Contributing to food security and nutrition for all. Roma.** 200 pp. Acessado em 30 de setembro de 2016. Disponível em:<<http://www.avo McDonavegante.com.br/wafiles/SOFIA2016.pdf>>, 2016.

FREIRE, E. de S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; HISANO, H.; GONÇALVES, G.S.; FERRARI, J.E.C. Digestibilidade aparente pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) de rações contendo sorgo (alto e baixo tanino) e metionina. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 24, p. 927-934, 2002.

FREITAS, P.B.R.; FIALHO, E.T.; DIODATTI, F.C. Digestibilidade de nutrientes em ração com complexo enzimático para tilápia-do-nilo. **R. Bras. Zootec.**, v.36 (supl.), n.6, p.1945-1952, 2007.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; BOSCOLO, W. R.; CYRINO, J. E. P.; FURUYA, V. R. B.; FEIDEN, A. **Tabelas Brasileiras para a nutrição de tilápias.** 1.ed. Toledo (PR): GFM Gráfica & Editora, 2010.

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**, v. 30, n. 4, p. 1143-1149, 2001.

FURUYA, W.M.; FURUYA, V.R.B.; NAGAE, M. Y.; GRACIANO, T.S.; MICHELATO, M.; XAVIER, T.O.; VIDAL, L.V. Nutrição de tilápias no Brasil. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 133-150, 2013.

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. Maringá, v. 26, no. 2, p. 203-207, 2004.

GEORGE, T.T. The Most Recent Nomenclature of Tilapia Species in Canada and the Sudan. **Aquaculture Canada**. AAC Spec. Publ., n. 10, 2006.

GILANI, G.S.; XIAO, C.W.; COCKELL, K.A. Impact of antinutritional Factors in Food Proteins on the Digestibility of Protein and the Bioavailability of Amino Acids and on Protein Quality. **British Journal of Nutrition**. v. 108, pp 315–332, 2012.

GIOVEDY, J. S.; VILELA, E. S. D.; PARMA, M. M.; SILVA, C. M. M. de S.; MELO, I. S. de. Isolamento e caracterização de bactérias celulolíticas de serrapilheira da Caatinga. In: Embrapa Meio Ambiente-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **Anais do Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica**, v. 5., 2011, Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011. 1 CD ROM., 2012.

GLENCROSS, B.. The influence of soluble and insoluble lupin non-starch polysaccharides on the digestibility of diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 294, n. 3, p. 256-261, 2009.

GODOY, A.C.; FRIES, E.; CORRÊIA, A.F.; MELO, I.W.A.; RODRIGUES, R.B.; BOSCOLO, W.R. Apparent digestibility of fish meat and bone meal in Nile tilapia. **Archivos de zootecnia**, v. 65, n. 251, p. 341-348, 2016.

GOLDENFARB, P.B.; BOWEYR, F.P.; HALL, E.; BROSIOUS, E. Reproducibility in the haematology laboratory: the microhematocrit determination. **Am. J. Clin. Pathol.** New York, v.56, p.35, 1971.

GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; ROCHA, D.F.; KLEEMAN, G. K.; SANTA ROSA, M. J. Digestible nutrients of Nile tilapia feed. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.35, n.2, p.201-213, 2009.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; KLEEMAN, G.K.; ROCHA, D. F.. Efeitos da suplementação de fitase sobre a disponibilidade aparente de Mg, Ca, Zn, Cu, Mn e Fe em alimentos vegetais para a tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2155-2163, 2005.

GUIMARÃES, I. G.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Nutrition**, v.14, n.5, p.396-404, 2008a.

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, 2008b.

GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TACHIBANA, L.; FERNANDES, R.N. Digestibilidade do amido e disponibilidade de Ca e P em alimentos energéticos extrusados para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, p. 415-419, 2011.

HAIDA, K.S.; BARON, Â.; SATOMI HAIDA, K.; DE FACI, D.; HAAS, J.; SILVA, F.J. DA. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de duas variedades de goiaba e arrud. **Revista de Atenção à Saúde** (antiga Rev. Bras. Ciên. Saúde), v. 9, n. 28, 2011.

HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C. M. Fontes de fibra bruta em dietas de alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**.v.22(3): p.689-694, 2000.

HISANO, H.; MARUYAMA, M. R.; ISHIKAWA, M. M.; MELHORANÇA, A. L.; OTSUBO, A.A. **Potencial da utilização da mandioca na alimentação de peixes**. EMBRAPA. Dourados (MS): Embrapa Agropecuária Oeste, 2008.

HISANO, H.; PIETRO, P.S.; BARROS, M.M.; LUIZ EDIVALDO PEZZATO.

Composição bromatológica e digestibilidade aparente da parte aérea seca da mandioca na alimentação de tilápias-do-Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.48, n.8, p.1119-1123, ago., 2013.

HU, H.; ZHANG, Y.; MAI, K.; AI, Q.; XU, W.; ZHANG, W.; LI Y.; LIU, J.. Effects of dietary stachyose on growth performance, digestive enzyme activities and intestinal morphology of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.). **Journal of Ocean University of China**, v. 14, n. 5, p. 905-912, 2015.

IRVIN, S.; BLYTH, D.; BOURNE, N.; GLENCROSS, B. A study of the discrete and interactive effects of different polysaccharides on the digestibility of diets fed to barramundi (*Lates calcarifer*). **Aquaculture nutrition**, 2015.

JACOMINO, A.P.; OJEDA, R.M.; KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A.

Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista brasileira de fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 401-405, dezembro, 2003.

JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; RINCÓN, M.; PULIDO, R.; SAURA-CALIXTO, F. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 11, p. 5489-5493, 2001.

JOSEPH, B.; PRIYA, M. Review on nutritional, medicinal and pharmacological properties of guava (*Psidium guajava* Linn.). **International Journal of pharma and bio sciences**, v. 2, n. 1, p. 53-69, 2011.

KIM, K.W.; KIM, K.D.; HAN, H.S.; MONIRUZZAMAN, M.; YUN, H.; LEE, S.; BAI, S.C. Optimum Dietary Protein Level and Protein-to-energy Ratio for Growth of Juvenile Parrot Fish, *Oplegnathus fasciatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, 2016.

KIRCHNER, R. M.; CHAVES, M. A.; SILINSKE, J.; ESSI, L.; SCHERER, M. E.;

DURIGON, E.G. Análise da produção e comercialização do pescado no Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 2, p. 168-177, 2016.

KROGDAHL, Å.; HEMRE, G.-I.; MOMMSEN, T. P. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in post larval stages. **Aquaculture nutrition**, v. 11, n. 2, p. 103-122, 2005.

KUBTIZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**. 1. ed. Jundiaí: F. Kubtiza, 2000.

KUZ'MINA, V. V. Influence of age on digestive enzyme activity in some freshwater teleosts. **Aquaculture**, v. 148, n. 1, p. 25-37, 1996.

LAZZARI, R.; UCZAY, J.; RODRIGUES, R. B.; PIANESSO, D.; ADORIAN, T. J.; MOMBACH, P. I. Utilização de resíduos de frutas em dietas para piava. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 2, p. 227-237, 2015.

LEGATE, N. J.; BONEN, A.; MOON, T. W. Glucose Tolerance and Peripheral Glucose Utilization in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), American Eel (*Anguilla rostrata*), and Black Bullhead Catfish (*Ameiurus melas*). **General and Comparative Endocrinology**, v. 122, n. 1, p. 48-59, 2001.

LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 579-588, 2007.

LIENER, I.E. Implications of antinutritional components in soybean foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. p.34, 31–67. 1994.

LIMA, M.R.; LUDKE, M.C.M.M.; NETO, F.F.P.; PINTO, B.W.C.; TORRES, T.R.; SOUZA, E.J.O. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 65-71, 2011.

LITTLE, D.C.; NEWTON, R; BEVERIDGE, M. Aquaculture: a rapidly growing and significant source of sustainable food? Status, transitions and potential. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 75, n. 3, p. 274-286, 2016.

LOPES, J. M.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA FILHO, F. P. da; SANTOS, I. B.; WATANABE, P. H.; ARAÚJO, D. de M.; PINTO, D. C.; OLIVEIRA, P. S.. Farelo de

- babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, 2010.
- LOVATTO, N. de M.; GOULART, F.R.; CORREIA, V.; FERREIRA, C.C.; DA SILVA, L.P.; NETO, J.R. . Inclusão de diferentes fontes de amido na dieta de jundiás (*Rhamdia quelen*): parâmetros metabólicos e bioquímicos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 3, p. 299-304, 2013.
- MAKKAR, H.P.S. Quantification of tannins in tree foliage-a laboratory manual, a Joint FAO. **IAEA working document**, Vienna, Austria, 2000.
- MANI, F.; DAMASCENO, H.C.R.; NOVELLI, E.L.B.; MARTINS, E.A.M.; SFORCIN, J.M. Propolis: effect of different concentrations, extracts and intake period on seric biochemical variables. **Journal of ethnopharmacology**, v. 105, n. 1, p. 95-98, 2006.
- MANTOANI, A. C.; PESSATO, T. B.; TAVANO, O. L. Digestibilidade e antinutricionais em mix de cereais. **J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP, v. 38, n. 3, p. 245-255, dez. 2013.
- MARINHO, J.S.; OLIVEIRA, M.G.A.; GUEDES, R.N.C.; PALLINI, A.; OLIVEIRA, C.L.. Inibidores de proteases de hospedeiros nativos e exóticos e sua ação em intestinos de lagartas de *Thyrinteina leucocerae*. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.6, p.1125-1132, 2008.
- MARTINS, C.R.; FARIAS, R. de M. Produção de alimentos x desperdício: Tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola–Revisão. **Revista da FZVA**, v. 9, n. 1, p.20-32, 2002.
- MELLO, J.C.P.; SANTOS, S.C. Taninos. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed.UFGRS/Ed.UFSC, 2001. cap. 24, p.517-543.
- MELO, J.F.B.; LUNDSTEDT, L.M.; METÓN, I.; BAANANTE, I.V.; MORAES, G. Effects of dietary levels of protein on nitrogenous metabolism of *Rhamdia quelen*

(Teleostei: Pimelodidae). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 145, n. 2, p. 181-187, 2006.

MELO, J. F.; SEABRA, S.A.; SOUZA, R. C.; FIGUEIREDO, R. A. C. R. Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-nilo. 2011. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 64, p.177-182, 2012a.

MELO, J.F.B.; LUNDSTEDT, L.M.; MORAES, G.; INOUE, L.A.K.A. Effect of different concentrations of protein on the digestive system of juvenile silver catfish. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.64, p.450-457, 2012b.

MELO, K.D.M.; DE OLIVEIRA, G.R.; DE BRITO, T.S.; SOARES, D.R.P.; DE ABREU TESSITORE, A.J.; DE ALVARENGA, É.R.; TURRA, E.D.; DE OLIVEIRA SILVA, F.C.; TEIXEIRA, E.D. Digestibilidade de ingredientes em dietas para juvenis de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 6, p. 785-788, 2016.

MENDES, T.B; CAMARGO, I.C.C. Plantas medicinais e fertilidade masculina: algo que dá o que falar. **Aprendendo Ciência**, v. 2, n. 1, p. 38-42, 2012.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v.80, p.1463-1481, 1997.

MEYER, D.J.; HARVEY, J.W. **Veterinary clinical pathology**. 2^a Ed. Saunders company. Philadelphia, Pennsylvania, USA. 1998.

MOMMSEN, T.P.; PLISETSKAYA, E.M., Insulin in fishes and agnathans: history, structure and metabolic regulation. **Rev Aquat Sci** 4:225–259.1991.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal feed science and technology**, v. 108, n. 1, p. 95-117, 2003.

MONTEIRO, J.M.; DE ALBUQUERQUE, U.P.; ARAÚJO, E.L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Quim. Nova**, Vol. 28, No. 5, 892-896, 2005

- MORZELLE, M.C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E.C.; VILAS BOAS, E.V.B.; LAMOUNIER, M.L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabirola e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL NUTRIENT. NRC. **Requirements of Warm water Fishes and Shellfishes**. Washington, DC: National Academy of Science, 2011.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 5^a ed., 2011.
- OLIVEIRA, G.R. **Digestibilidade de nutrientes em ração com complexo enzimático para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Ed. UFLA. Lavras. MG. Brasil. 2006.
- OLIVEIRA, G.R.; LOGATO, P.V.R.; FREITAS, R.T.F.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T.; DIODATTI, F.C. Digestibilidade de nutrientes em ração com complexo enzimático para tilápia-do-nilo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.6, p.1945-1952, 2007.
- OLIVEIRA, A.C.D.; VALENTIM, I.B.; GOULART, M.O.F.; SILVA, C.A.; BECHARA, E.J.H.; TREVISAN, M.T.S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009.
- OLIVEIRA, M. B.S.C. (org.). **Conceitos básicos e aplicados em imuno-hematologia**. Rio de Janeiro: EPSJV, 2013.
- PANSERAT, S.; PLAGNES-JUAN, E.; KAUSHIK, S. Nutritional regulation and tissue specificity of gene expression for proteins involved in hepatic glucose metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Journal of Experimental Biology**, v. 204, n. 13, p. 2351-2360, 2001.
- PARFITT, J.; BARTHEL, M.; MACNAUGHTON, S. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1554, p. 3065-3081, 2010.
- PASCOAL, L.A.F.; MIRANDA, E.C.; SILVA FILHO, F.P. O uso de ingredientes alternativos em dietas para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 3, n. 1, p. 292-303, 2006.

PESSOA, M.S.; AVELAR, J.C.S.; HELIODORO NASCIMENTO, A.L.; SILVA, K.L.; SOARES, A.C.M.; CAMARGO, A.C.S.; FARIA FILHO, D.E. Desempenho de tilápias-do-nilo alimentadas com farelo da casca de pequi. **Arquivos brasileiros medicina veterinária e zootecnia**, v. 65, n. 2, p. 547-552, 2013.

PEZZATO, A. C.; NARVÁEZ-SOLARTE, W. V.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; KOCH, J.F.A.; JUNIOR, F.; CALVO, A. Avaliação nutricional, em tilápias-do-Nilo, de farinhas de sangue bovino obtidas por três métodos de processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 491-500, 2012.

PINTO, L. G. Q.; PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C. D. et al. Desempenho do piauçu (*Leporinus macrocephalus*) arraçoado com dietas contendo diferentes teores de tanino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1164-1171, 2001.

PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, L.E.; DE MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M. Efeito do tanino na digestibilidade dos nutrientes da ração pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v. 26, n. 2, p. 181-186, 2004.

PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; FURUYA, W.M. Ação do tanino na digestibilidade de dietas pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 22, n. 3. p. 677-681, 2000.

POVH, J.A., et al. Estimativa da variabilidade genética em linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com a técnica de RAPD. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v. 27, n. 1, p. 1-10, 2005.

PRETTO, A.; DA SILVA, L.P.; NETO, J.R.; DA COSTA NUNES, L.M.; DE FREITAS, I.L.; LOUREIRO, B.B.; DOS SANTOS, S.A. Farelo de crambe nas formas in natura ou reduzida em antinutrientes na dieta do jundiá. **Ciência Rural**, v. 44, n. 4, p. 692-698, 2014.

PUSHPALATHA, K. B. C.; CHANDRASOMA, J.; LIYANAGE, H.S.W.A.; FERNANDO, W.A.J.R.; JAYABAHU, J.M. Farming of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in backyard ponds in Sri Lanka: Culture practices, fish production and profitability. **Sri Lanka J. Aquat. Sci.**, vol. 21, n. 1, p. 27-34, 2016.

RATTANACHAIKUNSOPON, P.; PHUMKHACHORN, P. Contents and antibacterial activity of flavonoids extracted from leaves of *Psidium guajava*. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, n. 5, p. 393-396, 2010.

REETZ, E.R.; KIST, B.B.; SANTOS, C.E.; CARVALHO, C.; DRUM, M. Laranja é a cor mais quente. In: **Anuário brasileiro da Fruticultura 2014**. REETZ, E.R; KIST, B.B.; SANTOS, C.E. DOS; CARVALHO, C. DE; DRUM, M. Santa Cruz do Sul, RS. Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 104 p.: il. ISSN 1808-4931. p.11- 13. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2015/03/20150301_106c8c2f1/flip/#13/z>. Acessado em: 16/06/2015.

RÉGIS, W.C.B.; SOUZA, M.R.R. de; SILVEIRA, R.A. de A. Comparação preliminar da composição química de diferentes partes do pequi (*Caryocar brasiliense*) comercializado no Vale do Jequitinhonha e Norte de Minas Gerais. **Percursos Acadêmicos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 6, jul./dez. 2013. p. 269-279, 2015.

RIBEIRO, P.A.P.; BRESSAN, M. C.; LOGATO, P. V. R.; GONÇALVES, A. C. S.. Nutrição lipídica para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.4, n° 2, p.436-455, Março/Abril 2007.

RICHARDSON, N.L.; HIGGS, D.A.; BEAMES, R.M.; MCBRIDE, J. R. Influence of dietary calcium, phosphorus, zinc and sodium phytate level on cataract incidence, growth and histopathology in juvenile Chinook salmo (*Oncorhynchus tshawytscha*), **J. Nutr.** 115:533-567. 1985.

ROCHE, H.; BOGÉ, G. In vivo effects of phenolic compounds on blood parameters of a marine fish (*Dicentrarchus labrax*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology**, v. 125, n. 3, p. 345-353, 2000.

ROSSATO, S.; PRETTO, A.; FREITAS, I.L.D.; BATTISTI, E.K.; LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.. Incorporação de farinhas de resíduos de Jundiá na dieta: bioquímica plasmática, parâmetros hepáticos e digestivos. **Ciência Rural**, v. 43, n. 6, p. 1063-1069, 2013.

ROSSET, R.; SUROWSKA, A.; TAPPY, L. Pathogenesis of Cardiovascular and Metabolic Diseases: Are Fructose-Containing Sugars More Involved Than Other Dietary Calories?. *Current hypertension reports*, v. 18, n. 6, p. 1-8, 2016.

SAKABES, R.; SALARO, A.L.; CUNHA, E.E.; MOGAMI, C.A. Farelo de Algodão na Alimentação da Tilapia-do-Nilo. *Ceres*, v. 50, n. 292, 2015.

SALGADO, S.M.; FARO, Z.P. de; GUERRA, N.B.; LIVERA, A.V.S. Aspectos físico-químicos e fisiológicos do amido resistente. *Cent. Pesq. Proc. Alim.*, v. 23, p. 109-22, 2005.

SAMBUCETTI, M. E.; ZULETA, A. Resistant starch in dietary fiber values measured by the AOAC method in different cereals. *Cereal Chemistry*, v. 73, n. 6, p. 759-761, 1996.

SANCHES, A.C.C.; LOPES, G. C.; NAKAMURA, C.V.; DIAS FILHO, B.P.; MELLO, J.C.P.D. Antioxidant and antifungal activities of extracts and condensed tannins from *Stryphnodendron obovatum* Benth. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 41, n. 1, p. 101-107, 2005.

SANCHES, A.G.; COSTA, J.M.; DA SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S. Utilização de radiação gama e amido de milho no armazenamento pós-colheita das folhas de couve manteiga. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 3, n. 4, p. 24-31, 2016.

SANCHEZ, M.S.S.; NASCIMENTO, M.S.; HISANO, H. Replacement of corn by sorghum in diets for pacu juvenile. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 1, p. 1-8, 2016.

SANOMIYA, L. T.; NAHAS, E. Microrganismos produtores de hidrolases envolvidos nas transformações dos compostos do carbono e do nitrogênio do solo. *Ciência Rural*, v. 33, n. 5, p. 835-842, 2003.

SANTOS, E.L.; LUDKE, M.D.C.M.; BARBOSA, J.M.; RABELLO, C.B.V.; LUDKE, J.V. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Caatinga*, v. 22, n. 2, 2009.

SANTOS, A.A.; SANCHES, A.G.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; COSTA, J.M. Eficiência de recobrimento bio-orgânico na conservação pós-colheita de manga. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

SCORVO FILHO, J. D.; FRASCÁ-SCORVO, C. M.D.; ALVES, J. M.C.; SOUZA, F. R. A. D. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.112-118, 2010.

SEILIEZ, I.; PANSEMAT, S.; LANSARD, M.; POLAKOF, S.; PLAGNES-JUAN, E.; SURGET, A.; DIAS, K.; LARQUIER, M.; KAUSHIK, S.; SKIBA-CASSY, S.. Dietary carbohydrate-to-protein ratio affects TOR signaling and metabolism-related gene expression in the liver and muscle of rainbow trout after a single meal. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 300, n. 3, p. R733-R743, 2011.

SEIXAS FILHO, J.T. Revisão sobre as enzimas digestivas nos peixes teleostei e seus métodos de determinação. **Augustus**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 17, jul./dez., 2003.

SEIXAS FILHO, J.T.; OLIVEIRA, M. G. de A.; DONZELE, J. L.; GOMIDE, A. T. de M.; MENIN, E. Atividade de amilase em quimo de três espécies tropicais de peixes teleostei de água doce. **Rev. bras. zootec.**, v.28, n.5, p. 907-913, 1999.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos proteicos: propriedades, degradações e modificações**. 1.ed. São Paulo: Livraria Varela, 1996.

SIGNOR, A. A.; BOSCOLO, W. R.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; GONÇALVES, G. S.; FREITAS, J. M. A. de. Desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo complexo enzimático. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 977-983, 2010.

SIGNOR, A. A.; LUCHESE, J. D.; COSTA, J. M.; FRIES, E. M.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Complexo enzimático na dieta de alevinos de kinguio (*Carassius auratus*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1381-1388, 2013.

SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; CAVERO, B. A. S.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. de. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de ração suplementada com enzimas digestivas exógenas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* - Cuvier, 1818). **Acta Amazonica**, v. 37, n. 1, pp.157-163, 2007.

SILVA, M.R.; DA SILVA, M.A.A.P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lecitinas – Revisão. **Rev. Nutr.**, Campinas, jan./abr., v.13, n.1, p.3-9, 2000.

SILVA, T.R.M.; DE ANDRADE, M.L.S.; CHUNG, S.; DE ALMEIDA BICUDO, Á.J. Substituição parcial do milho pelo resíduo de macarrão em dietas para tilápia-do-nilo. **Boletim Instituto de Pesca, São Paulo**, v. 40, n. 4, p. 669-676, 2014.

SILVEIRA, U. S.; LOGATO, P. V. R.; PONTES, E. C. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 1, p. 817-836, 2009.

SINHA, A.K.; KUMAR, V.; MAKKAR, H.P.S.; BOECK, G. D.; BECKER, K. Non-starch polysaccharides and their role in fish nutrition—A review. **Food Chemistry**, v. 127, n. 4, p. 1409-1426, 2011.

SONODA, D.Y.; FRANÇA, E.D.; CYRINO, J.E.P. Modelo de preço de ração para peixe no período de 2001 a 2015. **Revista iPecege**, v.2, n.3, p. 57-71, 2016.

SOUSA, C. D. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. D.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B. de M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SOUZA, R.C.; MELO, J.F. B.; NOGUEIRA FILHO, R.M.; CAMPECHE, D.F.B.; FIGUEIREDO, R.A.C.R. Influência da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do Nilo. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 238, p. 217-225, 2013.

STECH, M.R.; CARNEIRO, D.J.; DE CARVALHO, M.R.B. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 255-262, 2010.

STEIN, R. B. D. S.; TOLEDO, L. R. A. D.; ALMEIDA, F. Q. D.; ARNAUT, A. C.; PATITUCCI, L. T.; SOARES NETO, J.; COSTA, V. T. M da. Uso do farelo de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) D.C.) em dietas para eqüinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1240-1247, 2005.

SUGIURA, S. H.; DONG, F. M.; RATHBONE, C. K.; HARDY, R. W. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. **Aquaculture**, v.159, n.3-4, p.177-202, 1998.

TACHIBANA, L.; PINTO, L. G. Q.; GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.. Xylanase and beta-glucanase on nutrient aparent digestibility of triticale by Nile tilapia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 2, p. 445-452, 2010.

TANIGUCHI, A.Y.; TAKANO, K. Purification and properties of β -galactosidase from Tilapia intestine: Digestive enzyme of Tilapia-X. **Fisheries science**, v. 70, n. 4, p. 688-694, 2004.

TEIXEIRA, M. A. V.; CIACCO, C. F.; TAVARES, D. Q.; BONEZZI, A. N. Ocorrência e caracterização do amido resistente em amidos de milho e de banana. **Food Science and Technology** (Campinas), v. 18, n. 2, p. 246-246, 1998.

THARANATHAN, R.N. Food-derived carbohydrates – Structural complexity and functional diversity. **Critical Reviews in Biotechnology**, v.22, p.65-84, 2002.

TOLEDO, R.C.L.; BRITO, L.F.; RIBEIRO, S.M.R.; PELUZIO, M.D.C.G.; DE SIQUEIRA, C.L.M.; DE QUEIROZ, J.H. Efeito da ingestão da polpa de manga (*Mangifera indica* L.) sobre os parâmetros bioquímicos séricos e integridade hepática em ratos= Effect of mango (*Mangifera indica* L.) pulp ingestion on serum biochemical parameters and liver integrity in rats. *Bioscience Journal*, v. 29, n. 2, 2013.

TORELLI, J.E.; DE OLIVEIRA, E.G.; HIPOLITO, M.L.; RIBEIRO, L.L. Uso de resíduos agro-industriais na alimentação de peixes em sistema de policultivo. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 3, p. 1-15, 2010.

VERGARA-VALENCIA, N.; GRANADOS-PÉREZ, E.; AGAMA-ACEVEDO, E.; TOVAR, J., RUALES, J.; BELLO-PÉREZ, L.A. Fibre concentrate from mango fruit:

Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. **LWT-Food Science and Technology**, v. 40, n. 4, p. 722-729, 2007.

VICENTE, I.S.T.; ELIAS, F.; FONSECA-ALVES, C.E. Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 392-398, 2014.

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

VIEIRA, P.A.F.; QUEIROZ, J.D.; ALBINO, L.F.T.; MORAES, G.D.; BARBOSA, A.A., MÜLLER, E.S.; VIANA, M.T.S. Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2173-2178, 2008.

VIELMA J, KOSKELA J, RUOHONEN K, JOKINEN I, KETTUNEN J. Optimal diet composition for European whitefish (*Coregonus lavaretus*): carbohydrate stress and immune parameter responses. **Aquaculture**. v.225, p. 3-16. 2003.

VIGNEAULT, C.; BORDINT, M. R.; ABRAHÃO, R. F. Embalagem para frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. Resfriamento de frutas e hortaliças. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 95–121. 2002

VILELA, N.J.; LANA, M.M.; NASCIMENTO, E.F.; MAKISHIMA, N.O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 142-144, 2003.

WALTER, M.; DA SILVA, L.P.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, v.35, n.4, jul-ago, 2005.

WENK, C. The role of fibre in digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, p. 21-33, 2001.

WILLATS, W.G.T.; McCARTNEY, L.; MACKIE, W.; KONOX, P. Pectin: cell biology and prospects for functional analysis. **Plant Molecular Biology**. v.47.p.9-27. Kluwer Academic Publishers. 2001.

WINTROBE, M.M. Variations on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of vertebrates. **Fol. Haemat**, Leipzig, v.51, p. 32-49, 1934.

WRIGHT, J.R.; O'HALLI, W.; YANG, H.; HAN, X.X.; BONEN, A.. GLUT-4 deficiency and severe peripheral resistance to insulin in the teleost fish tilapia. **General Comp. Endocrinol.**, n. 111, 20–27, 1998.

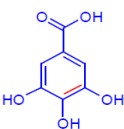
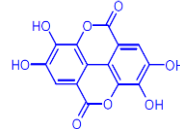
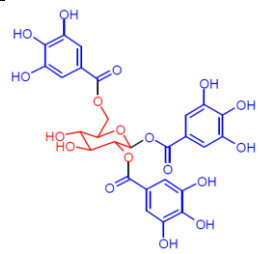
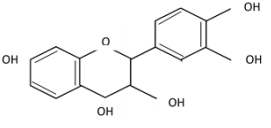
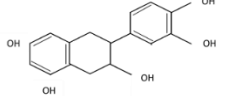
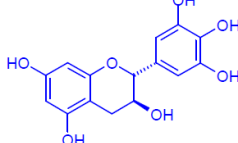
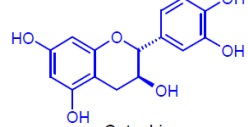
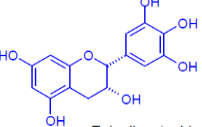
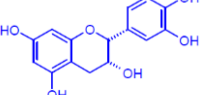
XAVIER, D.T.O.; BRANDÃO, V.M.D.; DA SILVA, F.N.; BRANDÃO, L.V.; DE SOUZA, R.A.L. Torta de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em dietas para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). **PUBVET**, v. 10, p. 795-872, 2016.

YAMAGUCHI, K.K.; PEREIRA, C.V.L.; LIMA, E.S.; FLORÊNCIO, V. Química e farmacologia do bacuri (*Platonia insignis*). **Scientia Amazonia**, v. 3, p. 39-46, 2014.

ZHU, L.; NIE, L.; ZHU, G.; XIANG, L.; SHAO, J. Advances in research of fish immune-relevant genes: A comparative overview of innate and adaptive immunity in teleosts. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 39, n. 1, p. 39-62, 2013.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M. e CASTAGNOLLI, N. (Ed.). **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt, p. 239-266, 2004.

ANEXOS

Tipos de taninos	Monômeros e Oligômeros
<p>Taninos Hidrossolúveis</p> <p>Após hidrólise ácida produz de gálicos ou elágicos</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Ácido gálico</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Ácido elágico</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
<p>Taninos catéquicos (Condensados ou proantocianidinas condensadas)</p> <p>São oligômeros e polímeros formados através de policondensação de duas ou mais unidades de flavan-3-ol e flavan-3,4-diol.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>flavan-3,4-diol</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>flavan-3-ol</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Galocatechin</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Catechin</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Epigallocatechin</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Epicatechin</p> </div> </div>
<p>Taninos complexos</p>	<p>Contém unidades de taninos hidrolisáveis e condensados</p>

Quadro 1 – Classificação dos taninos quanto a estrutura química

APÊNDICES

Gráfico 1 – Curva diluição padrão de ácido tânico

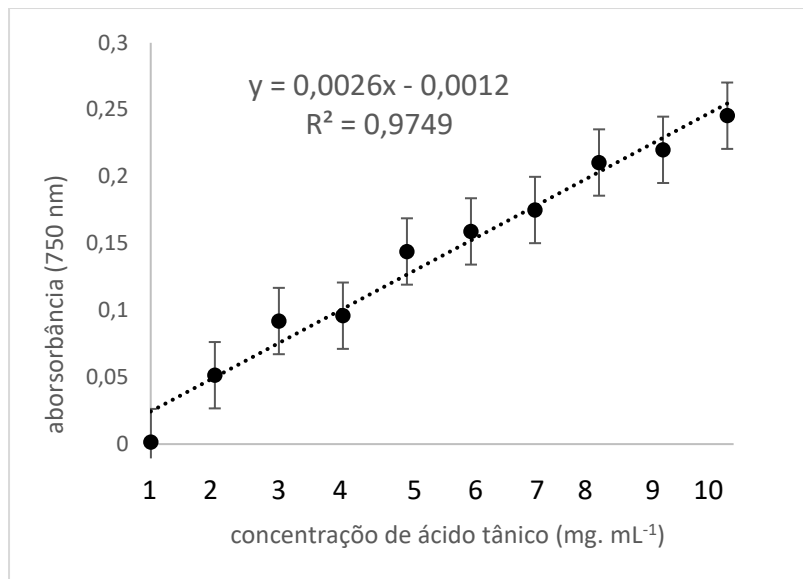


Gráfico 2 – representação gráfica do comportamento linear quadrático da atividade da enzima aspartato aminotransferase (AST) no plasmática com a inclusão de FIG

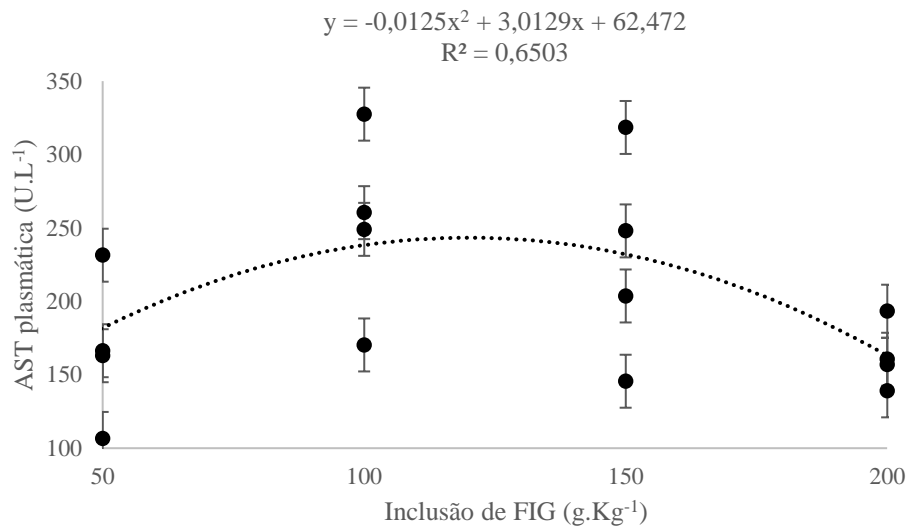


Gráfico 3 – representação gráfica do comportamento exponencial da atividade da enzima aspartato aminotransferase (AST) hepática com a inclusão de FIG.

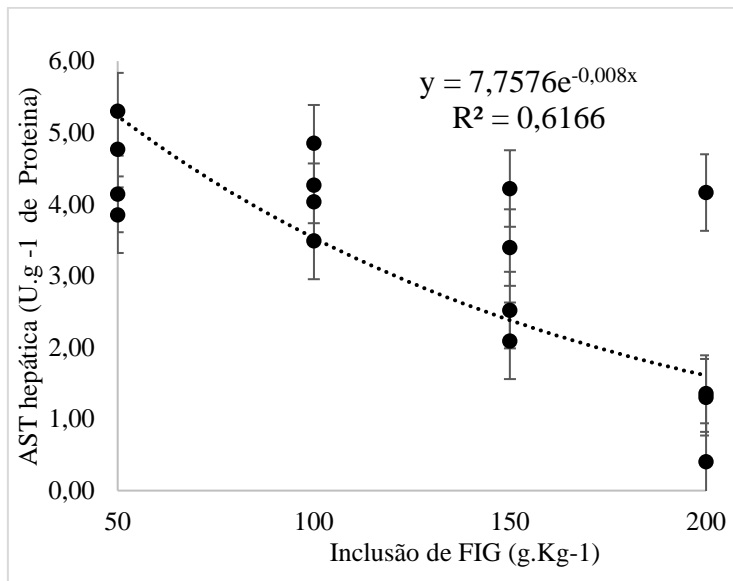


Gráfico 4 – representação gráfica do comportamento linear quadrático das reservas em glicogênio hepático com a inclusão de FPMA

