

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE FARELOS DE PALMA EM DIETAS  
EXTRUSADAS PARA TILÁPIA DO NILO**

**MILENE SANTOS DA SILVA**

**SALVADOR - BAHIA**  
**AGOSTO - 2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE FARELOS DE PALMA EM DIETAS  
EXTRUSADAS PARA TILÁPIA DO NILO**

**MILENE SANTOS DA SILVA**  
Engenheira de Pesca

**SALVADOR - BAHIA**  
**AGOSTO - 2017**

**MILENE SANTOS DA SILVA**

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE FARELOS DE PALMA EM  
DIETAS EXTRUSADAS PARA TILÁPIA DO NILO**

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

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Luiz Vitor Oliveira Vidal.

Coorientado: Prof. Dr. Jose Fernando Bibiano de Melo.

**SALVADOR - BA  
AGOSTO - 2017**

**MILENE SANTOS DA SILVA**

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DE FARELOS DE PALMA EM DIETAS  
EXTRUSADAS PARA TILÁPIA DO NILO**

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 04 de agosto de 2017  
Comissão Examinadora:

---

Dr. Luiz Vitor Oliveira Vidal  
UFBA  
Presidente

---

Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati  
UFBA

---

Dr. Luis Gustavo Tavares Braga  
UESC

**SALVADOR - BA  
AGOSTO – 2017**

“A maior riqueza do homem está em seu interior...  
o maior tesouro em seu coração.”

*(A autora)*

## DEDICO

Aos meus pais Dalvanice e João Roberto, meu marido Wellington Alves e aos meus irmãos por todo apoio e incentivo dados à mim, por estarem comigo me apoiando e me estimulando a seguir em todas as etapas da minha vida. Por fazerem parte de mim... da minha vida... da minha história...

## AGRADECIMENTOS

Especialmente a Deus pelo dom da vida, por ser minha fortaleza e refúgio em todos os momentos.

Aos meus pais João Roberto e Dalvanice pelo amor incondicional, pelas palavras de incentivo e apoio ao longo de toda caminhada da minha vida, por tudo que são para mim.

Ao meu marido Wellington por ser um anjo em minha vida, compreender minha ausência que se fez necessária para realização deste estrado, por não medir esforços para me ajudar em tudo que me proponho a fazer, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho, e por tudo que representa em minha vida.

Aos meus irmãos, Valberto, João Roberto, Roberta, Mirtes, Aline, Eberton, Lirtis e Robson e as minhas tias Maria e Luciene, pelo incentivo nesta e em todas as etapas da minha vida, pelos momentos compartilhamos.

Aos meus sobrinhos Pedro e Julianne pelo amor e carinho.

Aos meus sogros Adeny e José cordeiro pelas palavras incentivadoras, pelo apoio motivador.

À minha avó Floraci pelo amo e aconchego.

À amiga que a vida me deu de presente Cherlle que sempre esteve comigo compartilho todos os momentos especiais e vivendo todas as fases de lutas e conquistas, quem me apoia, conforta e incentiva a continuar sempre, pela a ajuda incansável durante todo o mestrado e na vida.

À minha amiga Vanja que desde o início do mestrado me incentivou e estimulou a prosseguir.

Ao Prof. Vidal, pela orientação e ensinamentos.

Ao Prof. Bibiano por disponibilizar as instalações para realização do experimento.

À EMPRAPA -PE por disponibilizar as palmas forrageiras.

À CODEVASF - PE por ceder os peixes.

À Fleming, e ao funcionário da EMBRAPA João pelo auxílio na coleta e confecção dos farelos das palmas.

À Universidade Federal Bahia UFBA pela pelo mestrado.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFBA, em especial aos professores Vagner, Gleidson, Albinati, Cláudio, Thadeu e Stefanie pelo apoio nas análises laboratoriais e/ou disponibilização dos laboratórios para análises.

À CAPES pela concessão da bolsa do mestrado.

À equipe do laboratório de aquicultura da UNIVASF – PE em especial a Ruty, Analene, Laís e Gabriela (Gaby) por me auxiliarem durante a execução do experimento participando ativamente desta etapa do meu trabalho.

À técnica de laboratório da UFRB, Silvana, pela auxílio incondicional nas análises.

À Anderson, pelo apoio na confecção das dietas.

À Carol, Seldon, Charlle, Uriel e Ana Patrícia pelo apoio nas análises.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram com este trabalho e aqui não foram citados.

Muito obrigada!

**LISTA DE TABELAS****Digestibilidade aparente de farelos de palma em dietas extrusadas para  
tilápia do Nilo****Página**

Tabela 1 – Composição química com base da matéria seca (MS) das palmas forrageiras, gigante (G), redonda (R), miúda (M), IPA 20 e orelha de elefante africana (O.E.A); teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), material mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHT) e carboidratos não fibrosos (CNF) em g kg <sup>-1</sup> .....	23
Tabela 2 – Composição da dieta referência.....	26
Tabela 3 – Composição química dos farelos das palmas forrageiras e da dieta referência g.kg <sup>-1</sup> de matéria seca para os nutrientes e kcal.kg <sup>-1</sup> para energia bruta.....	31
Tabela 4 – Perfil de aminoácidos dos farelos das palmas forrageiras e dieta referência.....	32
Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes dos farelos de palma para tilápia do Nilo.....	33
Tabela 6 – Correlação entre as frações digestíveis da proteína e carboidratos com a digestibilidade da matéria seca e energia bruta .....	37
Tabela 7 – Coeficientes de disponibilidade aparente dos aminoácidos dos farelos de palma forrageira. Para tilápia do Nilo.....	38



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AA – Aminoácidos;  
AA<sub>Dig</sub> – Aminoácido Digestível;  
AE = Atendimento da Exigência;  
ANOVA – Análise de variância;  
AOAC – Association of Official Analytical Chemists;  
CDA – Coeficiente de disponibilidade aparente de aminoácidos;  
CDACHT – Coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos totais;  
CDACNF – Coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos;  
CDACST – Coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos solúveis totais;  
CDAEB – Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta;  
CDAMS – Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca;  
CDAPB – Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta;  
CDA<sub>DT</sub> – coeficiente de digestibilidade aparente da dieta com o alimento-teste;  
CDA<sub>DR</sub> – coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência;  
CDA<sub>ing</sub> – coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente;  
CHT – Carboidratos totais;  
CNF – Carboidratos não fibrosos;  
CST – Carboidratos solúveis totais;  
DAAs – Disponibilidade aparente dos aminoácidos essenciais e não essenciais;  
DAA – Disponibilidade aparente dos aminoácidos  
DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas;  
IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária  
EAA – Espectrofotômetro de Absorção Atômica;  
E<sub>AA</sub> – Exigência em Aminoácido;  
EB – Energia bruta;  
EE – Extrato etéreo;  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária;  
E<sub>PD</sub> – Exigência em Proteína Digestível;  
FAO – Food and Agriculture Organization of The United Nations;  
FDA – Fibra em detergente ácido;  
FDN – Fibra em detergente neutro;

FPG – Farelo da palma gigante;  
FPI – Farelo da palma IPA 20;  
FPM – Farelo da palma miúda;  
FPOEL – Farelo da palma orelha de elefante africana;  
FPR – Farelo da palma redonda;  
g.kg<sup>-1</sup> – gramas por quilograma;  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;  
kcal.kg<sup>-1</sup> – quilocalorias por quilograma;  
MM – Matéria mineral;  
MS – Matéria seca;  
NRC – National Research Council;  
N<sub>DR</sub> – nutriente na dieta referência;  
N<sub>Ing</sub> – nutriente na dieta teste;  
PB – Proteína bruta;  
PD – Proteína Digestível;  
UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz;  
UFBA – Universidade Federal da Bahia;  
UFRB – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia;  
UNIVASF – Universidade Federal do Vale do São Francisco.

## SUMÁRIO

### Página

### Digestibilidade aparente de farelos de palma em dietas extrusadas para tilápia do Nilo

Resumo.....	13
Abstract.....	14
Introdução.....	15
Revisão de literatura.....	17
2.1 A tilápia do Nilo.....	17
2.2 Inclusão de Carboidratos em dietas para tilápia do Nilo .....	18
2.3 Alimentos alternativos para tilápia do Nilo.....	19
2.3.1 Palmas forrageiras.....	20
2.3.1.1 Valor nutritivo dos farelos de palmas forrageiras para tilápia do Nilo.....	22
2.3.1.2 Inclusão de palmas forrageiras na alimentação de peixes.....	24
Materiais e métodos.....	25
3.1 Ingredientes testes.....	25
3.2 Dietas referência e experimentais.....	26
3.3 Peixes e protocolo de coleta de fezes.....	27
3.4 Análises químicas.....	28
3.5 Cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes.....	29
3.6 Análise estatística dos dados.....	30
Resultados e discussão.....	30
4.1 Composição química dos farelos de palma.....	30
4.2 Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia e nutrientes dos diferentes cultivares de palmas forrageiras pela tilápia do Nilo.....	33
4.3 Disponibilidade aparente dos aminoácidos dos diferentes cultivares de palmas forrageiras para tilápia do Nilo.....	37
Conclusão.....	40
Considerações finais.....	41

Referências bibliográficas.....42

## Digestibilidade aparente de farelos de palma em dietas extrusadas para tilápia do Nilo

### RESUMO

A piscicultura é uma atividade crescente no Brasil e no mundo. Um dos grandes desafios desta atividade está atribuído à nutrição, que deve fornecer dietas nutricionalmente completas e eficientes. A avaliação de alimentos alternativos é uma ferramenta que amplia a disponibilidade de ingredientes à formulação de dietas. Este estudo objetivou avaliar o valor nutritivo das palmas gigante (*Opuntia ficus indica* Mill), redonda (*Opuntia* spp.), orelha de elefante africana (*Opuntia* spp.), miúda (*Nopalea cochenillifera* salm dyck) e IPA 20 para a tilápia do Nilo mediante a determinação da digestibilidade da energia e nutrientes em dietas extrusadas. Foram utilizadas uma dieta referência e cinco dietas testes, compostas de 70% da dieta referência e 30% dos farelos das palmas. O óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) foi utilizado como indicador de digestibilidade. Juvenis de tilápia do Nilo ( $20,5\text{g} \pm 1,6$ ) foram mantidos em tanques de digestibilidade, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, sendo cinco tratamentos e três repetições, cada tanque com 20 peixes constituiu uma unidade experimental. A coleta de fezes foi realizada de acordo com sistema de Guelph adaptado. Foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), carboidratos totais (CHT), não fibrosos (CNF) e solúveis totais (CST) e a disponibilidade aparente dos aminoácidos essenciais e não essenciais (DAAs) dos farelos das palmas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), ao teste Duncan de comparação de médias e à correlação de Pearson do programa estatístico SAS University Edition. Os valores obtidos para os CDAs dos nutrientes, MS e EB dos farelos das palmas variaram significativamente ( $P < 0,05$ ). O farelo da palma redonda (FPR) apresentou digestibilidade da MS e EB superior aos farelos da palma IA 20 (FPI) e o da palma gigante (FPG). O CDAPB dos FPR e farelo da palma orelha de elefante africana (FPOEA) foi superior ao das demais palmas. Contudo os CDAs da PB, MS e EB destes cultivares foram similares ao do milho e do trigo relatados na literatura. Quanto a DAAs o FPR apresentou disponibilidade superior para a maioria dos aminoácidos que o FPM. Os carboidratos das palmas foram digeridos eficientemente pela tilápia do Nilo, CDACHT foi entre 66,69 e 76,01%. O CDACNF entre 58,32 e 73,04. Quando ao CDACST os valores foram de 64,76 a 76,32%. A correlação entre o CDA da PB e dos carboidratos entre CDA da EB, indicou que os carboidratos são os principais nutrientes a disponibilizar a energia destes ingredientes. O FPR apresentou o melhor valor nutritivo. Entretanto, todos os farelos tiveram boa utilização dos carboidratos pela tilápia do Nilo. O valor nutritivo similar aos de outros ingredientes energéticos tradicionais indicam potencialidade dos farelos de palma em dietas para a espécie estudada.

Palavras-chave: Alimentos alternativos, carboidratos solúveis, digestibilidade aparente, digestibilidade dos carboidratos, disponibilidade de aminoácidos

## Digestibilidade aparente de farelos de palma em dietas extrusadas para tilápia do Nilo

### ABSTRACT

Fish farming is a growing activity in Brazil and in the world. One of the great challenges of this activity is attributed to nutrition, which must provide nutritionally complete and efficient diets. The evaluation of alternative foods is a tool that extends the availability of ingredients to the formulation of diets. The objective of this study was to evaluate the nutritional value of the giant palms (*Opuntia ficus indica* Mill), round (*Opuntia* spp.), African elephant ear (*Opuntia* spp.), Small (*Nopalea cochenillifera* salm dyck) and IPA 20 for Nile tilapia the determination of the digestibility of energy and nutrients in extruded diets. A reference diet and five diets tests were used, composed of 70% of the reference diet and 30% of the palm meal. Chromic oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) was used as an indicator of digestibility. Nile tilapia juveniles ( $20.5\text{g} \pm 1.6$ ) were kept in digestibility tanks, distributed in a completely randomized design, five treatments and three replicates, each tank with 20 fish constituted an experimental unit. Fecal collection was performed according to the adapted Guelph system. The apparent digestibility coefficients (ADC) of the dry matter (DM), crude protein (CP), gross energy (GE), total carbohydrates (CHT), non-fibrous (CNF) and total soluble (CST) and the apparent availability of essential and non-essential amino acids (DAAs) from palm meal. The of palm meal. The obtained data were submitted to analysis of variance (ANOVA), the Duncan test of means comparison and the Pearson correlation of the statistical program SAS University Edition. The values obtained for the CDAs of the nutrients, MS and EB of the palms bran varied significantly ( $P < 0.05$ ). The round palm meal (FPR) presented DM and GE digestibility higher than the IPA 20 palm meal (FPI) and the giant palm (FPG). The ADC CP of the FPR and African elephant palm ear meal (FPOEA) was superior to that of the other palms. However, the CP, DM and GE of these cutivares were similar to those of corn and wheat reported in the literature. As for DAAs, RPF presented higher availability for most amino acids than FPM. The carbohydrates of the palms were efficiently digested by Nile tilapia, ADCCHT was between 66.69 and 76.01%. The ADCCNF was between 58.32 and 73.04. When ADCCST values were 64.76 to 76.32%. The correlation between the ADC of CP and the carbohydrates between ADC of GE, indicated that carbohydrates are the main nutrients to provide the energy of these ingredients. FPR presented the best nutritional value. However, all the bran had good use of carbohydrates for Nile tilapia. The nutritive value similar to those of other traditional energy ingredients indicates the potential of palm meal in diets for the species studied.

Key words: Alternative foods, soluble carbohydrates, apparent digestibility, carbohydrate digestibility, availability of amino acids

## INTRODUÇÃO

A piscicultura é a modalidade da aquicultura com maior representatividade na produção mundial. A produção aquícola obteve o volume de 73,8 milhões de toneladas de pescados em 2014, deste total, 49,8 milhões de toneladas foram provenientes da piscicultura FAO, (2016). O Brasil está entre os 25 maiores produtores de pescados do mundo, ocupando a 14ª posição, com 562,5 mil toneladas produzidas, deste total, 474,3 mil toneladas foram provenientes da piscicultura continental em 2014 (FAO, 2016). Em 2015 verificou-se incremento na produção aquícola nacional, 592,2 mil toneladas, sendo 483,2 mil toneladas oriundas do cultivo de peixes, um acréscimo de 5,06% em relação ao ano anterior (IBGE, 2016; FAO, 2016). A aquicultura brasileira é a segunda maior da América do Sul, precedida apenas pela aquicultura do Chile, devido, principalmente, a produção de tilápia e camarão (VALLADÃO et al., 2016).

Dentre as espécies de peixes criadas em cativeiros, as tilápias ocupam o segundo lugar no ranque das mais cultivadas mundialmente, antecidas apenas pelas carpas (FAO, 2012; FAO, 2014). No Brasil a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a principal espécie na piscicultura, com a produção de 219,33 mil toneladas em 2015, representando 45,4% do volume produzido nesta modalidade, constituindo um aumento de 9,7% em relação a 2014 (IBGE, 2016). Esta espécie é rústica, de fácil manejo, aceita rações artificiais desde a fase de alevinos, apresenta desenvolvimento precoce, possui pacote tecnológico dominado e é um produto apreciado no mercado.

O incremento constante da tilapicultura requer condições viáveis que possibilitem seu desenvolvimento sustentável. Para tanto, a alimentação compreende um dos principais fatores a ser considerados, onde a utilização de ingredientes alternativos pode contribuir para esta condição. Contudo, o uso de alimentos alternativos na nutrição de peixes demanda o desenvolvimento de pesquisas para avaliar o potencial de inclusão dos mesmos, o que amplia as possibilidades de formulação de dietas. Estes estudos consistem em conhecer as características nutricionais, a digestibilidade dos nutrientes e a presença de fatores antinutricionais presentes no ingrediente (HISANO et al., 2008). A biodisponibilidade dos nutrientes e energia de um alimento pode ser estimada, principalmente, por meio do estudo da digestibilidade, o que é fundamental para a formulação de dietas nutricionais, econômicas e ambientalmente eficientes (FRACALLOSSI et al., 2012).

Ingredientes de origem vegetal são amplamente estudados como alimentos alternativos em rações para peixes (LEENHOUWERS et al., 2006; LEENHOUWERS et al., 2007a; LIM et al., 2011; LIN SHIMEI e LI LUO, 2011; GOMINHO-ROSA *et al.*, 2015; SUN et al., 2015 ANDERSON et al., 2016), ratificando a capacidade destes animais em aproveitar as proteínas e/ou carboidratos desta fonte. A tilápia do Nilo, espécie onívora, apresenta capacidade de utilizar eficientemente os nutrientes desses ingredientes (FURUYA et al., 2001a; GUIMARÃES et al., 2008b; AZAZA et al., 2008; VIDAL et al., 2015a; VIDAL et al., 2015b; MAGALHÃES et al., 2017). Sendo apta a digerir, parcialmente, as fibras solúveis presentes (ALMIRKOLAIE et al., 2005; LEENHOUWERS et al., 2007b; HAIDAR et al., 2016).

As palmas forrageiras são vegetais ricos em carboidratos, nutrientes majoritários na composição destas plantas, superior a 75%, independente da espécie (WANDERLEY et al., 2012; CAVALCANTE et al., 2014; FOTIUS et al., 2014; VILELA et al., 2010; COSTA et al., 2016). Contêm reduzidos níveis de fatores antinutricionais (DESSIMONI et al., 2014). São distribuídas em todos os países de clima árido e semiárido (MAJDOUB et al., 2010) e extensivamente difundidas no nordeste brasileiro (SILVA e SANTOS, 2006).

Apesar de serem vegetais com, provável, potencial de inclusão como ingrediente alternativo, são escassas as pesquisas que avaliam seus efeitos na nutrição de peixes e estas apresentam divergências entre os resultados. Xavier et al. (2016) avaliaram o efeito da inclusão da palma gigante (*Opuntia ficus Indica*) em dietas para tilápia do Nilo sob a digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB), verificaram elevados coeficientes de digestibilidade aparente (CDAs) 72,55%, 89,35% e 73,70% respectivamente, no entanto não avaliaram o efeito sobre os demais nutrientes.

O efeito da inserção de cinco diferentes cultivares de palmas forrageiras (gigante, orelha de onça, miúda, comum, IPA 20) sob a digestibilidade aparente da MS, PB e EB pela a tilápia do Nilo foi avaliado por Oliveira et al. (2013) e Daniel et al. (2016). O CDA da MS foi entre 47,97% e 54,04%; PB 60,0% e 78,21% e para a EB 43,02% e 49,65% (OLIVEIRA et al., 2013). Daniel et al. (2014) observaram CDA da MS entre 17,04% e 41,75%; PB 22,07% e 75,18% e para a EB 30,77% e 52,76%. Oliveira et al. (2013) avaliaram a disponibilidade aparente dos aminoácidos essenciais e não essenciais (DAAs) destes cultivares.

Os efeitos destes cultivares sob a digestibilidade dos carboidratos para tilápia do Nilo não são relatados na literatura, não existem estudos quanto aos efeitos da inclusão



de outros cultivares, como a orelha de elefante africana e a redonda na alimentação de peixes.

Ressaltando o valor nutricional, o volume de produção das palmas forrageiras e a escassez dos dados disponíveis, a determinação da digestibilidade de diferentes cultivares de palmas forrageiras, constitui ferramenta importante para avaliar o teor nutricional e o potencial de inclusão destes vegetais em dietas para tilápia do Nilo. Proporcionando informações necessárias à formulação de dietas mais eficientes econômica e ambientalmente.

Sob estas perspectivas este trabalho objetivou avaliar o valor nutritivo das palmas gigante (*Opuntia ficus indica* Mill), redonda (*Opuntia* spp.), orelha de elefante africana (*Opuntia* spp.), miúda (*Nopalea cochenillifera* salm dyck) e IPA 20 para juvenis de tilápia do Nilo mediante a determinação da digestibilidade da energia e nutrientes em dietas extrusadas para a espécie.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A tilápia do Nilo

A espécie *Oreochromis niloticus* tilápia do Nilo é originária do continente africano, rio Nilo (BRASIL, 2013), sendo introduzida no Japão em 1962, na Tailândia em 1965 e, em seguida, para outros países asiáticos (FAO, 2017). Em 1952 ocorreu a introdução no território brasileiro, pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, com a finalidade de conter a proliferação de algas e macrófitas aquáticas em represas (OSTRENSKY et al., 2008). Em 1971, foi introduzida na região Nordeste pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) com objetivo de utilizá-las como alimento (KUBITZA, 2003).

Em habitat natural esta espécie pode viver mais de 10 anos e ultrapassar de 5,0 kg de peso médio; alimenta-se de fitoplâncton, perifíton, plantas aquáticas, pequenos invertebrados, fauna bentônica, detritos e filmes bacterianos associados a detritos (FAO, 2017). Quando cultivada em ambientes confinados consome alimentos artificiais desde a fase larval. Responde eficientemente à ingestão de ingredientes de origem vegetal, com capacidade de assimilar os nutrientes presentes nestas fontes, utilizando os carboidratos para fins energéticos além dos lipídeos (ANDERSON et al., 1984;

FURUYA et al., 2001a; FURUYA et al., 2001b; FURUYA et al., 2001c; VIDAL et al., 2015a).

A capacidade de aproveitamento de nutrientes provenientes de fontes vegetais por parte desta espécie está atribuída a sua anatomia (intestino relativamente longo o que permite maior tempo de retenção da digesta no trato digestório possibilitando maior ataque enzimático). Fisiologia: plasticidade do intestino em resposta a ingestão do amido resistente presente na dieta (KIHARA e SAKATA, 1997) e plasticidade enzimática em função do aumento dos níveis de carboidratos na dieta (AZAZA et al., 2008; AZAZA et al., 2013), ou seja, modula a secreção de enzimas em função da dieta a qual é submetida.

## **2.2 Inclusão de carboidratos em dietas para tilápia do Nilo**

Ingredientes de origem vegetal, ricos em carboidratos, apresentam alta disponibilidade, custos reduzidos e potencial para serem inclusos em dietas para peixes (FRACALOSSO et al., 2012). Apesar de não ser relatada exigência nutricional de carboidratos para peixes (NRC, 2011), estes nutrientes, quando inclusos em níveis adequados, apresentam efeito poupador de proteínas, sendo utilizados para produção de energia e as proteínas para deposição de aminoácidos nos tecidos (ANDERSON et al., 1984; HIDALGO et al., 1993; SHIAU e PENG, 1993; AZAZA et al. 2008; CHENG et al., 2017), com conseqüente redução da excreção de amônia, o que permite afirmar que os carboidratos possuem efeito indireto benéfico ao meio aquático, induzindo a menor excreção de composto nitrogenado na água e propicia o decréscimo nos custos referentes à alimentação.

A tilápia do Nilo digeri, de forma eficaz, os carboidratos provenientes de alimentos de origem vegetal, utilizando-os eficientemente como fonte energética alternativa, adaptando seu metabolismo à níveis elevados destes, sem efeito adverso ao seu desempenho (AZAZA et al., 2013). Estes autores encontraram correlação entre a atividade enzimática de carboidrases e a concentração de carboidratos na dieta para tilápia do Nilo, entretanto, Gominho-Rosa et al. (2015) não observaram o mesmo feito.

Esta espécie é capacitada a digerir, parcialmente, as fibras presentes em sua dieta. Apesar do amido possuir coeficiente digestibilidade superior, os polissacarídeos não amiláceos também podem ser digeridos pela tilápia do Nilo (HAIDAR et al., 2016).

Amirkolaie et al. (2005) incluíram diferentes fontes de fibra em dietas para a tilápia do Nilo, observaram que estas não foram inertes, sendo parcialmente digeridas pela espécie. Os resultados constataram que a fibra solúvel apresenta maior coeficiente de digestibilidade que a fibra insolúvel. No entanto, Leenhowers et al. (2007b) observaram digestibilidade apenas para a fibra solúvel sendo, portanto, a celulose inerte para esse peixe. A digestão das fibras é atribuída à capacidade fermentativa de microrganismos no intestino e não por enzimas endógenas.

As fibras solúveis apresentam efeito deletério à digestibilidade dos nutrientes mais acentuado que as fibra insolúveis. Em dietas para a tilápia do Nilo, as fibras solúveis reduzem o transito intestinal, aumentam a viscosidade da digesta, impedindo o contato enzima substrato, acarretando no decréscimo na digestão dos nutrientes (AMIRKOLAIE et al., 2005; HAIDAR et al., 2016). Por outro lado, as fibras insolúveis aumentam a velocidade de transito reduzindo o tempo de retenção da digesta no intestino (LANNA et al., 2004).

Dietas com elevado teor de fibra bruta podem reduzir a digestibilidade da EB (FURUYA et al., 2001b; FURUYA et al., 2001c; GUIMARÃES et al., 2008b;), MS, PB e EE (LANNA et al., 2004) em tilápia do Nilo. Contudo, níveis adequados, aproximadamente 5%, induzem ao aumento na digestibilidade aparente da PB para esse peixe (LANNA et al., 2004). Outro fator que afeta a digestibilidade dos carboidratos e dos demais macronutrientes é a relação de amilose-amilopectina na dieta (CHEN et al., 2013).

A tilápia do Nilo, como os demais animais monogástricos, possui limitações quanto à inclusão de carboidratos em sua dieta, entretanto, em quantidades apropriadas, apresentam efeitos benéficos à espécie, ao meio aquático e para a produção. Ingredientes ricos em carboidratos, como milho e seus coprodutos, trigo e soja, contêm elevada disponibilidade aparente de aminoácidos para tilápia do Nilo (VIDAL et al., 2015a; FURUYA et al., 2001a). Os carboidratos possuem poder aglutinante aumentando a estabilidade da ração na água.

### **2.3 Alimentos alternativos para tilápia do Nilo**

No sistema de produção os peixes dependem do fornecimento de rações balanceadas, pois, o alimento natural não é capaz de fornecer o aporte de nutrientes

necessários (FURUYA et al., 2010). Com a constante expansão desta atividade, surgem desafios. A nutrição é um dos principais, em que é fundamental o fornecimento de dietas nutricionalmente completas, que atendam as exigências mínimas de energia e nutrientes, garantindo máxima eficiência na produção e mínimas perdas para o ambiente aquático (VÁSQUEZ-TORRES e ARIAS-CASTELLANOS, 2013; SAKOMURA et al., 2014). Para equacionar este desafio diversos ingredientes de origem vegetal são estudados como fontes energéticas ou proteicas, tais como: milho, trigo, soja, arroz, mandioca, semente de algodão; canola e resíduos de frutas e coprodutos (FURUYA et al., 2001a; FURUYA et al., 2001b; FURUYA et al., 2001c; AZAZA et al., 2008; CHEN et al., 2013; VIDAL et al., 2015a; VIDAL et al., 2015b; GOMINO-ROSA et al., 2015; MAGALHÕES et al., 2017).

As pesquisas direcionadas a avaliação de ingredientes vegetais são conduzidas para determinar a composição nutricional destes, avaliar o efeito sob a digestibilidade dos nutrientes e sob o desempenho e metabolismo do animal. Pois, de acordo com Hisano et al. (2008), um alimento é considerado viável quando contém bom perfil de nutrientes, não afeta a digestibilidade destes nem o desempenho do animal, apresenta custos acessíveis e distribuição cosmopolita.

A determinação da digestibilidade dos nutrientes e energia de um alimento alternativo constitui ferramenta fundamental na avaliação do potencial de inclusão de um ingrediente em dietas para peixes, visando possibilitar uma produção piscícola sustentável.

### **2.3.1 Palmas forrageiras**

A espécie *Opuntia ficus Indica*, nativa do México e América do Sul (TROMBETTA et al., 2006), proliferou-se em solos secos e pedregosos dos cinco continentes (CHOUGUI et al., 2015) e está presente em países de clima árido e semi-árido (SNYMAN, 2006a; MAJDOUB et al., 2010) é uma planta resistente ao estresse hídrico e tolerante a solos pobres (CHOUGUI et al., 2015).

O sucesso de adaptação das palmas forrageiras às condições edafoclimáticas pode ser atribuído, principalmente, ao seu metabolismo ácido das crassuláceas CAM, pelas quais realizam a abertura dos estômatos, especialmente, à noite, devido a redução da temperatura e, conseqüentemente, ocorre menor perda de água por evapotranspiração (JUNIOR et al., 2014). Outros mecanismos de retenção de água também podem

influenciar, Majdoub et al. (2010) estudaram a capacidade de retenção de água de duas espécies de palmas, a palma gigante (*Opuntia ficus indica*) e a *Opuntia littoralis* e verificaram que as cascas dos seus cladódios possuem polissacarídeos altamente metilados, que são hidrofóbicos e possivelmente, previne a evaporação da água.

Estas plantas apresentam um sistema radicular adaptado a tolerar estresse hídrico (SNYMAN et al., 2006b), as raízes superficiais distribuídas horizontalmente capacitam as palmas forrageiras a reterem água do solo numa fase em que outras culturas não são capazes, podem armazenar água de forma eficiente com baixos índices pluviométricos diários, requerendo pouca ou nenhuma irrigação (SNYMAN, 2004a; SNYMAN, 2004b; SNYMAN, 2006a). Podem desenvolver um sistema de raízes mais profundas após alguns anos de idade, dependendo do tipo de solo e de gestão de cultivo (SNYMAN, 2006a).

Os gêneros de palmas forrageiras cultivadas no Brasil constituem alimentos alternativos para animais no Nordeste em épocas secas. São espécies rústicas, com alta potencialidade na produção de forragem nutritiva (JUNIOR et al., 2014). As variedades palma miúda ou doce (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck), gigante (*Opuntia ficus Indica* (L.) Mill), redonda (*Opuntia* sp) e a orelha de elefante (*Opuntia* sp) são as espécies mais cultivadas no nordeste brasileiro (LOPES, 2012; FROTA et al., 2015).

Além destas, outras variedades também são cultivadas no Brasil, sendo clones gerados ou introduzidos no país pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, para obtenção de clones mais produtivos, com maior valor nutricional e resistência a pragas e enfermidades (CAVALCANTI et al., 2008). Dentre as variedades testadas, o clone IPA 20 apresenta produtividades 50% superior a espécie gigante (LOPES, 2012).

Estes vegetais apresentam modificadas hastes, cladódios, órgãos suculentos e articulados compostos por uma parte exterior (onde a fotossíntese ocorre) e uma parte interna (formado por um parênquima medular branco, cuja função principal é o armazenamento de água) (KIM et al., 2013).

Os cladódios da palma gigante pesam aproximadamente entre 1,0 e 1,5 kg e comprimento de até 50 cm, a morfologia destes é oval-elíptica ou subovalada, coloração verde-fosco. A palma redonda possui cladódios com peso em torno de 1,8 kg com comprimento médio de 40 cm, estes apresentam forma arredondada ou ovoide sendo mais palatável que a palma gigante. Na palma miúda ou doce estes órgãos pesam cerca

de 350g, com aproximadamente 25 cm de comprimento, são obovados, verde intenso brilhante (SILVA e SANTOS, 2006).

A palma miúda apesar de apresentar cladódios mais reduzidos em peso e comprimento em relação aos da palma gigante e redonda, possui maior número médio deste órgão por planta (SILVA et al., 2014; CALVACANTE et al., 2014).

Dentre essas três variedades, a palma gigante apresenta maior altura média por plantas, sendo a palma redonda com porte mais reduzido entre as demais, assim, a palma gigante e miúda apresentaram crescimento vertical e a palma redonda crescimento horizontal (SILVA et al., 2014).

O cultivar IPA 20 foi resultante de cruzamentos consecutivos de seleção (FARIAS et al., 2005). A variedade Orelha-de-elefante africana é um clone proveniente da África (NEVES et al., 2010) apresenta menor exigência em solo fértil, porém, a presença de espinhos pode comprometer seu consumo e também dificulta seu manejo (CAVALCANTI et al., 2008), no entanto o processamento adequado pode eliminar a interferência destes espinhos na alimentação.

De acordo com Vasconcelos et al. (2009) as palmas Miúda e Orelha de Elefante apresentam resistência à cochonilha-do-carmim *Dactylopius* sp., no entanto a palma redonda e a gigante são mais suscetíveis. De acordo com estes mesmos autores a cochonilha-do-carmim é considerada uma praga que suga os cladódios das palmas, injetando toxinas, conseqüentemente, ocorre o enfraquecimento e queda das hastes.

### **2.3.1.1 Valor nutritivo dos farelos de palmas forrageiras para tilápia do Nilo**

Para proporcionar saúde aos peixes confinados e minimizar impactos ambientais, é fundamental que se obtenham maiores informações do valor nutritivo dos alimentos e das necessidades nutricionais dessas espécies de peixes, as quais permitam balancear rações para diferentes fases da vida (PEZZATO et al., 2009). A análise da composição química e a digestibilidade dos nutrientes compreendem os primeiros procedimentos na determinação do valor nutricional de um ingrediente.

A composição química dos cladódios das palmas pode variar devido à fatores como estágio de maturação, clima (RIBEIRO et al., 2010; CONTRERAS-PADILLA et al., 2011), espécie (ASTELL- GARCIA et al., 2015), local de cultivo (MAJDOUB et

al., 2010). Assim, para poder realizar uma análise comparativa é necessário selecionar materiais de plantas cultivadas sob as mesmas condições ambientais e estágio de maturação (ASTELL- GARCIA et al., 2015).

Os valores relatados na literatura apresentam variações para a composição química das palmas, expressos na Tabela 1, o que pode ser justificado pelos fatores supracitados. Para a palma gigante o teor de matéria seca varia entre 63,7 e 144,0 g.kg<sup>-1</sup> para a palma miúda 77,3% a 171,0g.kg<sup>-1</sup>, IPA 20 138,0g.kg<sup>-1</sup>, orelha de elefante 75,0 g.kg<sup>-1</sup> e redonda 60,7g.kg<sup>-1</sup> o que sustenta a afirmação de que estas espécies apresentam elevado teor de umidade na sua composição.

Tabela 1 – Composição química com base da matéria seca (MS) das palmas forrageiras, gigante (G), redonda (R), miúda (M), IPA 20 e orelha de elefante africana (O.E.A); teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), material mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHT) e carboidratos não fibrosos (CNF) em g kg<sup>-1</sup>

CULTIVARES	MS	PB	EE	MM	FDN	FDA	CHT	CNF
<i>Opuntia</i> G <sup>1</sup>	91,0	49,2	21,7	127,7	318,7	203,8	819,2	500,5
<i>Opuntia</i> G <sup>2</sup>	63,7	54,2	29,8	159,4	283,0	209,3	-	-
<i>Opuntia</i> G <sup>4</sup>	92,0	44,0	23,0	-	310,4	155,0	829,0	514,0
<i>Opuntia</i> G <sup>5</sup>	101,0	51,0	11,0	-	201,0	132,0	780,0	579,0
<i>Opuntia</i> (G) <sup>8</sup>	144,0	-	19,0	146,0	281,0	173,0	771,0	-
<i>Opuntia</i> (R) <sup>2</sup>	60,7	52,1	32,0	177,5	275,0	193,2	-	-
<i>Opuntia</i> (O.E.A) <sup>6</sup>	75,0	25,0	17,8	-	300,5	157,2	-	-
IPA 20 <sup>8</sup>	138,0	-	18,0	171,0	284,0	189,0	751,0	-
<i>Nopalea</i> (M) <sup>3</sup>	171,0	29,1	13,3	-	201,4	92,5	852,3	650,9
<i>Nopalea</i> (M) <sup>7</sup>	133,0	41,0	15,7	-	277,0	-	-	523,0
<i>Nopalea</i> (M) <sup>8</sup>	120,0	-	21,0	186,0	269,0	160,0	731,0	-
<i>Nopalea</i> (M) <sup>2</sup>	77,3	43,1	39,0	175,3	328,1	199,7	-	-

<sup>1</sup>Wanderley et al. (2012); <sup>2</sup>Cavalcante et al. (2014); <sup>3</sup>Fotius et al. (2014); <sup>4</sup>Vilela et al. (2010); <sup>5</sup>Costa et al. (2016) ; <sup>6</sup>Cavalcanti et al. (2008); <sup>7</sup>Siqueira et al. (2017) ; <sup>8</sup>Batista et al. (2003). (-) valores não determinados.

Independente do cultivar os teores de proteína bruta e extrato etéreo são presentes em baixas concentrações nas palmas forrageiras (25,0 a 54,2g.kg<sup>-1</sup>) e (11,0 e 39,0g.kg<sup>-1</sup>) respectivamente. Contudo estes vegetais, constituem fontes ricas em carboidratos, a palma gigante com 819,2g.kg<sup>-1</sup> (WANDERLEY et al., 2012) e a palma miúda composta de 852,3g.kg<sup>-1</sup> (FOTIU et al., 2014), palma IPA 20 751,0g.kg<sup>-1</sup> (BATISTA et al., 2003), os carboidratos não fibrosos predominam entre os demais (FOTIU et al., 2014; VILELA et al., 2010; COSTA et al., 2016) (Tabela 1). A mucilagem e pectina são os principais carboidratos presentes nos cladódios das palmas forrageiras (TROMBETTA et al., 2006).

Estes cultivares são fontes ricas em minerais, com elevado conteúdo de cinzas variando de 127,7 a 186,0 g.kg<sup>-1</sup> entre os diferentes cultivares (TABELA 1), são fontes de cálcio e fosforo. A palma gigante, redonda e a miúda apresentam teor de cálcio entorno de 23,1, 18,8, 38,8g.kg<sup>-1</sup> e fosforo 1,10, 10,8, 1,10g.kg<sup>-1</sup> respectivamente (SANTOS et al., 2001).

### **2.3.1.2 Inclusão de palmas forrageiras na alimentação de peixes**

As palmas forrageiras contêm elevadas concentrações de carboidratos totais em sua composição. O conhecimento isolado do perfil nutricional não define a qualidade de um alimento, a estimativa da disponibilidade de um nutriente compreende informação necessária, sendo obtida por intermédio da digestibilidade deste. No entanto a digestibilidade das palmas forrageiras pelos peixes ainda é pouco estudada.

O perfil de digestibilidade da *Opuntia ficus* pela tilápia do Nilo foi avaliado por Xavier et al. (2016), que obtiveram elevado CDA para a matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB), com 72,55%, 89,35% e 73,70% respectivamente. Oliveira et al. (2013) e Daniel et al. (2016) estudaram efeito de cinco cultivares de palmas forrageiras (orelha de onça, miúda, gigante, IPA 20 e comum) sob o CDA da MS, PB e EB destas plantas, para a mesma espécie. Os resultados obtidos por Oliveira et al. (2013) para o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) foi de 54,04%, 47,92%, 50,02%, 48,29%, 53,08% respectivamente; o CDAPB 66,63%,



73,34%, 60,0%, 75,4%, 78,21%; a digestibilidade da energia bruta foi consideravelmente baixa para todos os cultivares, sendo 49,65%, 45,46%, 46,48%, 43,02 e 47,55% respectivamente. Quanto aos valores dos CDAs determinados por Daniel et al. (2016) para a MS foi na seguinte ordem 36,41%, 17,04%, 32,59%, 41,75% e 25,26%; da PB na sequência 56,07%, 22,07%, 55,12%, 75,18% e 61,50%; em relação ao CDA da EB os valores observados foram de 52,76%, 37,44%, 36,94%, 50,34% e 30,77%. Respectivamente. Oliveira et al., (2013) avaliaram a disponibilidade aparente dos aminoácidos essenciais e não essenciais (DAAs) destes cultivares. Os cultivares orelha de onça, miúda e IPA 20 apresentam elevada DAAs, superior a 70% para todos os aminoácidos, no entanto a palma gigante apresenta disponibilidade, relativamente, reduzida para todos os aminoácidos.

Estudos referentes aos efeitos destas e outras variedades de palmas em dietas para peixes são necessários, destacando que os dados disponíveis na literatura são discrepantes e escassos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Ingredientes testes

As palmas forrageiras, gigante (*Opuntia ficus indica* Mill), redonda (*Opuntia* spp), orelha de elefante africana (*Opuntia* spp.), Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salzm. & Dyck) e IPA 20, foram coletadas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA semiárido, no município de Petrolina-PE, no mês de julho de 2016. Após a coleta, para redução do tamanho dos cladódios, as palmas foram trituradas em ensiladeira, facilitando o processo de pré-secagem. Para obtenção dos farelos as amostras foram secas em estufas de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, em seguida, trituradas em moinho de faca com granulometria de 1,0mm. Posteriormente, foi realizada análise da composição química centesimal dos mesmos e confecção das dietas testes a execução do ensaio de digestibilidade.

### 3.2 Dietas referência e experimentais

A dieta referência foi formulada para atender à exigência nutricional da espécie, conforme Furuya et al. (2010) Tabela 2. Para a confecção das dietas testes foram utilizadas as proporções de 70% da dieta referência e 30% dos farelos das palmas, sendo confeccionadas cinco dietas testes. Os ingredientes foram moídos, individualmente, em moinho de faca, pesados, misturados e umedecidos com água, na proporção de 10% de água por quilo de ração, a 50°C para extrusão, em seguida as rações foram secas em estufa a 55°C por 12h e armazenadas a -21°C até o momento do fornecimento aos animais. Como indicador de digestibilidade foi utilizado o óxido crômico (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) adicionado às dietas na proporção de 1 g.kg<sup>-1</sup>, o conteúdo de (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Tabela 2 – Composição da dieta referência

Ingredientes	g.Kg <sup>-1</sup>
Farelo de soja 45%	260,0
Farinha de trigo	106,7
Farelo de milho	233,8
Glúten de milho 60%	174,0
Farinha de vísceras de aves	190,0
Mistura mineral e vitamínica para peixes <sup>1</sup>	5,0
Fosfato bicálcico	13,3
Óleo de soja	10,0
Vitamina C resistente para peixe <sup>2</sup>	5,0
Antifúngico <sup>3</sup>	1,0
Óxido de Cromo III	1,0
Antioxidante B.H.T. <sup>4</sup>	0,2

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

### 3.3 Peixes e protocolo de coleta de fezes

O ensaio de digestibilidade foi conduzido no Laboratório de Aquicultura da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), em Petrolina-PE. Juvenis de tilápia do Nilo, obtidos da CODEVASF, Petrolina-PE, machos, revertidos sexualmente, com peso médio  $20,5\text{g} \pm 1,6$  foram distribuídos aleatoriamente em 18 aquários de digestibilidade, confeccionados com fibra de vidro, com capacidade de 200L, sendo estes com formato cilíndrico e fundo cônico para facilitar a coleta de fezes. A coleta foi realizada por meio de sedimentação, de acordo com sistema de Guelph adaptado, com tubos coletores acoplados ao fundo dos aquários, sendo a coleta realizada num período de 20 dias (GUIMARÃES et al., 2008a; GUIMARÃES et al., 2008b).

Durante o dia, os aquários eram mantidos em sistema de recirculação contínua de água, sendo utilizado filtro biológico, com vazão de  $1,4 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  em cada aquário, com uso de bomba d'água e mantidos sob aeração por meio de pedra porosa alimentada por soprador de 1 cv, durante a noite. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo cinco tratamentos com três repetições, considerando cada aquário com 20 peixes uma unidade experimental. Antes do ensaio de digestibilidade os peixes foram submetidos a período de adaptação de quatro dias para cada dieta teste, para evitar contaminação das amostras de fezes e permitir a evacuação de alimentos ingeridos anteriormente (SUGIURA et al., 1998).

Os peixes foram alimentados diariamente das 11:00 às 16:00 horas até aparente saciedade. Uma hora após a última alimentação, às 17:00 horas, todos os aquários eram lavados e seus volumes de água totalmente renovados. As 18:00 horas acoplava-se coletores, individualmente, ao fundo dos aquários, os coletores foram mantidos imersos em gelo em caixas isotérmicas, para redução da atividade microbiana. As fezes sedimentadas durante a noite eram colhidas na manhã seguinte, centrifugadas e armazenadas em potes de plástico e estes armazenados a  $-21^{\circ}\text{C}$  até o final do período de coleta.

Ao longo do experimento foram mensurados os parâmetros de temperatura, pH e oxigênio dissolvido, com uso de analisador multiparâmetros Handheld Professional Plus YSI 55-12, (YSI Incorporated, Yellow Springs, OH, EUA), diariamente, pela manhã e pela tarde. Os valores verificados para os parâmetros foram:  $26,0 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ ;  $5,1 \pm 0,8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ; para temperatura e oxigênio respectivamente, o pH variou entre 6,5 e 7,8. Estes valores encontram-se dentro dos limites ideais para a espécie (EL-SAYD, 2006).

### 3.4 Análises químicas

Foi determinada a composição química dos farelos das palmas, das dietas e das fezes. A composição centesimal foi determinada conforme descrito pela Official methods of analysis of AOAC International (AOAC) (2005). Foram analisados os teores de matéria seca (MS); proteína bruta (PB), determinada pelo método de micro Kjeldahl (titulação com ácido sulfúrico 0,05N); extrato etéreo (EE), por meio da extração com éter de petróleo, método soxhlet; material mineral (MM), determinado após incineração em mufla a 550°C por 4h, no Laboratório de Nutrição Animal da EMBRAPA semiárido em Petrolina-PE. A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), Carboidratos não fibrosos (CNF) ( $CNF = 100 - (PB + MM + EE + FDN)$ ) foram determinados no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), conforme métodos propostos por Van Soest, (1967).

Foram determinados os conteúdos de Carboidratos totais (CHT), por diferença ( $CHT = 100 - (PB + MM + EE)$ ) proposto por Sniffen et al. (1992) e carboidratos solúveis totais (CST), através do método do ácido sulfúrico concentrado, adicionou-se 100 mL de solução de etanol a 80% em 100 mg de amostra seca e moída, a solução foi posta em banho-maria a 80°C durante 30 minutos, o material foi filtrado, o resíduo sólido descartado e completou-se o volume para 500 mL com água destilada em balão volumétrico, o extrato etanólico foi homogeneizado, em seguida, foram retiradas alíquotas de 2 mL do extrato, adicionou-se 1 mL de solução de fenol a 5% e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado, realizando a leitura em espectrofotômetro colorimétrico, conforme descrito por Dubois et al. (1956) e adaptado por Corsato et al. (2008), no laboratório multifuncional da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (UFBA); Foi determinado o perfil de aminoácidos dos farelos das palmas através do método de Cromatografia Líquida de Alto Desempenho, no laboratório privado CBO. O teor de energia bruta (EB) foi determinado no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Peixes (AQUANUT) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), no município Ilhéus-BA, em bomba calorimétrica adiabática (SILVA e QUEIROZ, 2002).

O conteúdo de cromo, das dietas e das fezes, foi determinado conforme o método descrito pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal - INCT, por meio da digestão em ácido nítrico e perclórico, no Laboratório de

Bromatologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB na cidade de Cruz das Almas – BA, e leitura em Espectrofotômetro de Absorção Atômica (EAA) no laboratório multifuncional da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

### 3.5 Cálculo dos coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, CHT, CNF, CST, EB e a disponibilidade aparente dos aminoácidos dos farelos das palmas foram calculados com base no teor de óxido crômico da matéria seca das dietas e das fezes, segundo o método de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente (NRC, 2011) conforme as fórmulas abaixo:

Coeficiente de digestibilidade aparente das dietas

$$CDA=100-[100 \times (gkg^{-1}I_D)/(gkg^{-1}I_F) \times (gkg^{-1}N_F)/(gkg^{-1}N_D)] 10$$

Coeficiente de digestibilidade aparente dos farelos

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

Onde: CDA(n) = digestibilidade aparente;  $I_D$  = g kg<sup>-1</sup> de óxido de crômio na ração;  $I_F$  = g kg<sup>-1</sup> de óxido de crômio nas fezes;  $N_D$  = nutrientes na ração;  $N_F$  = nutriente nas fezes.  $CDA_{ing}$  = 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; b = porcentagem da dieta referência; a = porcentagem do ingrediente teste;  $N_{DR}$  = nutriente na dieta referência;  $N_{Ing}$  = nutriente na dieta teste.

### 3.6 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), para detectar diferença estatística entre as médias dos tratamentos, após detectada a diferença foi aplicado o teste de comparação de médias Duncan a 5% de probabilidade. Os

resultados dos CDAs obtidos foram submetidos à correlação de Pearson para avaliar a relação entre a digestibilidade dos carboidratos e proteínas com o CDA da matéria seca e energia bruta, no pacote estatístico SAS University Edition

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição química dos farelos de palma

Os farelos das palmas estudadas apresentaram elevado teor de carboidratos totais, superior a  $768 \text{ g.kg}^{-1}$ . Os carboidratos não fibrosos foram os principais carboidratos presentes nos farelos das palmas, de  $507,9$  a  $587,0 \text{ g.kg}^{-1}$ ; o conteúdo dos carboidratos solúveis foi de  $462,2$  a  $495,4 \text{ g.kg}^{-1}$ , o que tornam as palmas forrageiras ingredientes energéticos com teor de energia bruta, entre  $3280$  e  $3478 \text{ kcal.kg}^{-1}$ . Os farelos das palmas estudadas apresentam quantidades elevadas de FDN e FDA (Tabela 3).

Estes vegetais são ricas em minerais, de  $114,8$  a  $173,3 \text{ g.kg}^{-1}$  (Tabela 3). Contudo, possuem baixa concentração de extrato etéreo, onde  $15,3 \text{ g.kg}^{-1}$  correspondeu ao teor deste nutriente na variedade com maior quantidade. Contêm reduzido teor de proteína bruta entre  $45,9$  e  $64,2 \text{ g.kg}^{-1}$  (Tabela 3).

Os baixos valores verificados neste estudo para a MS, PB, EE dos farelos de todas as palmas avaliadas estão de acordo com os relatados na literatura. Independente do cultivar, é observado reduzido conteúdo de MS, entre  $75,0$  e  $177,0 \text{ g.Kg}^{-1}$ , baixos teores de PB entre  $25,0$  e  $54,0 \text{ g.Kg}^{-1}$ , e EE de  $11,0$  a  $39 \text{ g.Kg}^{-1}$  (BATISTA et al., 2003; CAVALCANTI et al., 2008; VILELA et al., 2010; WANDERLEY et al., 2012; CAVALCANTE et al., 2014; FOTIUS et al., 2014; COSTA et al., 2016; SIQUEIRA et al., 2017).

Tabela 3 – Composição química dos farelos das palmas forrageiras e da dieta referência  $\text{g.kg}^{-1}$  de matéria seca para os nutrientes e  $\text{kcal.kg}^{-1}$  para energia bruta

Composição	Farelos de palma e dieta referência					
	Miúda	IPA20	O.E.A	Redonda	Gigante	DR
Energia bruta	3377	3446	3280	3430	3478	4363
Proteína bruta	45,9	57,6	64,2	63,9	52,7	389,9
Extrato etéreo	12,2	15,3	10,0	12,7	14,0	38,9
FDN	206,8	268,52	271,3	232,4	231,6	155,1
FDA	115,8	154,6	154,5	128,4	133,8	38,3
CHT	758,6	810,0	779,2	758,6	818,5	498,2
CNF	561,8	541,5	507,9	536,2	587,0	343,1
CST	462,2	488,5	478,3	495,4	481,5	453,2
MM	173,3	117,1	146,7	154,8	114,8	73,0

O.E.A (Orelha de elefante africana); DR (dieta referência); CHT (Carboidratos totais); CNF (Carboidratos não fibrosos); CST (Carboidratos solúveis totais); FDN (Fibra em detergente neutro); FDA (Fibra em detergente ácido); MM (Material mineral).

Não obstante, estes vegetais são ricos em minerais e carboidratos, estes últimos são os constituintes majoritários nos farelos das palmas. Os resultados obtidos para estes nutrientes, quantificados nos farelos avaliados no presente estudo (Tabela 3), podem ser ratificados pelos valores reportados pelos autores supracitados, os quais, verificaram elevados teores de minerais entre 127,7 e 186,0  $\text{g.Kg}^{-1}$  e, principalmente, de carboidratos totais, que compõem de 731,0 a 829,0  $\text{g.Kg}^{-1}$  da MS destes diferentes cultivares. Esses autores também afirmaram que os carboidratos não fibrosos são as frações predominantes dos carboidratos totais, constituindo até 650,9  $\text{g.Kg}^{-1}$  da MS das palmas.

Os resultados averiguados neste estudo sugerem que os carboidratos são os nutrientes responsáveis pelo teor energético das palmas, inferindo que o EE (lipídeos) é um componente secundário para tão finalidade. Esta afirmativa é corroborada pelos valores citados na literatura.

Em relação aos teores de FDN e FDA presentes nos farelos das palmas determinados no estudo corrente (Tabela 3) são similares aos referenciados na literatura de 201,0 a 328,1  $\text{g.Kg}^{-1}$  e entre 92,5 e 209,3  $\text{g.Kg}^{-1}$ , respectivamente (BATISTA et al., 2003; CAVALCANTI et al., 2008; VILELA et al., 2010; WANDERLEY et al., 2012; CAVALCANTE et al., 2014; FOTIUS et al., 2014; COSTA et al., 2016; SIQUEIRA et al., 2017).

O perfil de Aminoácidos essenciais e não essenciais (Tabela 4) foi similar entre as palmas estudadas. A histidina, metionina, triptofano e cistina foram os aminoácidos mais limitantes para todas as palmas. A leucina e o ácido glutâmico foram os aminoácidos mais abundantes. Os aminoácidos em ingredientes energéticos de origem vegetal geralmente são presentes em baixas concentrações (FURUYA et al., 2001c; GUMARÃES et al., 2008b; VIDAL et al., 2015a) e estes ingredientes apresentam deficiência em determinados aminoácidos.

Tabela 4 – Perfil de aminoácidos dos farelos das palmas forrageiras e dieta referência

Farelos de palma e dieta referência						
	Miúda	IPA20	O.E.A	Redonda	Gigante	DR
Aminoácidos essenciais (g.kg <sup>-1</sup> )						
Arginina	1,8	2,4	2,3	3,3	2,4	24,2
Fenilalanina	1,7	2,1	1,9	2,5	2,0	14,8
Histidina	0,8	1,1	0,9	1,4	1,1	10,6
Isoleucina	1,7	2,2	2,1	2,8	2,1	14,5
Leucina	2,9	3,6	3,5	4,4	3,4	35,3
Lisina	2,3	2,7	2,6	3,3	2,6	21,1
Metionina	0,4	0,4	0,5	0,6	0,3	6,6
Treonina	2,2	2,9	2,4	2,3	1,8	14,7
Triptofano	0,3	0,9	0,6	0,8	0,8	3,2
Valina	2,2	2,9	2,5	3,4	2,7	18,2
Aminoácidos não essenciais (g.kg <sup>-1</sup> )						
Ácido Aspártico	2,1	3,3	2,8	4,7	3,1	34,0
Ácido glutâmico	4,7	5,6	4,8	5,8	4,7	58,9
Alanina	2,6	3,1	3,0	3,5	2,7	23,2
Cistina	0,2	0,4	0,3	0,7	0,5	4,6
Glicina	2,0	2,6	2,3	2,7	2,1	20,2
Prolina	2,5	3,4	2,9	3,3	2,4	23,5
Serina	1,7	2,4	2,0	2,5	2,0	18,7
Tirosina	1,2	1,6	2,1	2,1	1,6	10,5

O.E.A (Orelha de elefante africana); DR (dieta referência)



#### 4.2 Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia e nutrientes dos diferentes cultivares de palmas forrageiras pela tilápia do Nilo

Os valores obtidos para os CDAs da MS, EB e nutrientes dos farelos das palmas variaram significativamente ( $P < 0,05$ ) (Tabela 5). A digestibilidade aparente da MS e EB do farelo da palma redonda (FPR) foi superior ao do farelo da palma IPA 20 (FPI) e o do farelo palma gigante (FPG). Entretanto, os farelos da palma miúda (FPM) e orelha de elefante africana (FPOEA) apresentaram valores de digestibilidade destes parâmetros similares a estas três cultivares, conforme expressa a Tabela 5.

A digestibilidade reduzida da MS e EB do FPI e do FPG em relação a do FPR pode está atribuída a menor digestibilidade dos CHT e CNF do FPI e dos CHT e CST do FPG (Tabela 5). Estes resultados permitem afirmar que os carboidratos, por serem os principais nutrientes das palmas estudadas, contribuem consideravelmente para a digestibilidade dos parâmetros supracitados, corroborando com os resultados representados na Tabela 6.

Os valores verificados para a digestibilidade da PB do FPR e do FPOEA foram similares ( $P > 0,05$ ), contudo, superiores os das demais cultivares ( $P < 0,05$ ). Os CDAs da PB aferidos para os FPI e FPG não apresentaram diferenças estatísticas entre si ( $P > 0,05$ ), entretanto, foram superiores ao valor obtido para o FPM ( $P < 0,05$ ). A proteína bruta da palma miúda foi menos digerível pela tilápia do Nilo (Tabela 5).

Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes dos farelos de palma pela tilápia do Nilo

	Farelos					EPM
	Miúda	IPA 20	O.E.A	Redonda	Gigante	
Matéria Seca	69,10ab	66,01b	71,66ab	76,72a	65,85b	2,06
Energia Bruta	74,22ab	68,45b	72,24ab	77,72a	67,90b	2,16
Proteína Bruta	59,36c	75,16b	94,71a	96,94a	78,44b	4,39
CHT	71,69ab	66,69b	70,74ab	76,01a	67,02b	1,94
CNF	70,57 <sup>a</sup>	58,32b	61,15ab	73,04a	68,90ab	2,92
CST	71,70ab	68,52ab	73,06a	76,32a	64,76b	2,00

Médias seguidas de letras diferentes são diferentes ( $p < 0,05$ ) pelo teste Duncan. CHT (Carboidratos totais); O.E.A (Orelha de elefante africana); CNF (Carboidratos não fibrosos); CST (Carboidratos solúveis totais); EPM = Erro padrão da média.

A menor digestibilidade da PB do FPM pode ser devido ao fato de que as demais palmas são cultivares da *Opuntia ficus indica* e a palma miúda cultivar da *Nopalea cochenillifera*. Pois, a composição química das palmas pode variar de acordo com a espécie conforme descrito por Astell-Garcia et al. (2015). Além disso, as proteínas de origem vegetal podem apresentar diferentes potenciais de digestão, em função de especificidades de sua estrutura, conformação ou interação com outros nutrientes (DONG et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2008b).

Os coeficientes de digestibilidade da MS e EB dos farelos das palmas miúda, gigante e IPA 20 (Tabela 5) foram superiores aos relatados por Oliveira et al. (2013) e Daniel et al. (2016). Sendo os valores para o CDA da MS (47,92; 50,02 e 48,29) e para EB (45,46; 46,48 e 43,02%), respectivamente, conforme relatado por Oliveira et al. (2013). Quanto aos resultados verificados por Daniel et al. (2016) para o CDAMS (17,04, 32,59 e 41,75%), respectivamente e CDAEB na sequência de 37,44, 36,94 e 50,34%.

O CDAPB do FPM determinado nesta pesquisa foi superior ao reportado por Daniel et al. (2016) (22,07%), entretanto, foi inferior ao verificado por Oliveira et al. (2013) (73,34%). A digestibilidade da PB do FPI foi equivalente aos valores determinados por Daniel et al. (2016) (75,18%) e Oliveira et al. (2013) (75,43%). O FPG apresentou CDAPB superior ao relatado por estes dois autores, Daniel et al. (2016) (55,12%) e Oliveira et al. (2013) (60,0%).

As diferenças nos CDAs obtidos nesta pesquisa em relação aos verificados pelos autores supracitados podem ser atribuídas ao processamento das dietas, pois, Daniel et al. (2016) e Oliveira et al. (2013) utilizaram rações peletizadas. A extrusão, processo pelo qual foram submetidas as dietas testadas na nesta pesquisa, melhorou a digestibilidade da MS e energia de dietas com diferentes fontes de carboidratos para dourado (*Salminus brasiliensis*) (MORO et al., 2015), acarretou em melhora na digestibilidade da soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (STECH et al., 2010). O processamento por extrusão reduz o teor de fatores antinutricionais e melhora a digestibilidade dos nutrientes.

Os resultados obtidos para os CDAs da MS, PB e EB dos farelos das palmas avaliadas (Tabela 5), comparados a outro ingrediente energético para tilápia do Nilo,

como o farelo de trigo, com CDA da MS (45,88 e 67,33), PB (66,04 e 78,2) e EB (66,88 e 70,33) (GUIMARÃES et al., 2008b; FURUYA et al., 2001c). Verifica-se que os farelos de todas as palmas apresentam CDA da MS superior ao reportado por Guimarães et al. (2008b). Os FPR, FPOEA e FPM apresentaram CDAMS superior relatado por Furuya et al. (2001c), já os FPG e FPI apresentaram CDAMS semelhantes ao relatado por esses autores.

Os CDAPB dos farelos de todas as palmas, com exceção da palma miúda, foram superiores ao relatado por Guimarães et al. (2008b) para o farelo de trigo. Os FPR e FPOEA apresentaram CDA deste nutriente superior ao obtido por Furuya et al. (2001c); para os FPI e FPG foi observada digestibilidade semelhante ao valor relatado por estes últimos autores; quanto ao FPM a digestibilidade foi inferior o farelo de trigo, ainda, de acordo com Furuya et al. (2001c). Quanto a digestibilidade da energia bruta, os farelos das palmas avaliadas neste estudo, apresentaram CDA semelhante ao relatado aos dois estudos.

Quanto a digestibilidade dos farelos das palmas avaliadas nesta pesquisa em relação aos valores observados na literatura para a digestibilidade do milho, ingrediente energético convencional mais utilizado na nutrição de peixes, observou-se que os CDAs da MS do FPR e da FPOEA (Tabela 5) foram semelhantes aos relatados por Boscolo et al. (2002) (73,22%) e Furuya et al. (2001c) (78,08%); no entanto, esta e as demais palmas estudadas apresentaram CDAs da MS inferiores aos relatados por Guimarães et al. (2008b) (82,21%) e Vidal et al. (2015a) (92,1%).

Os CDAs da PB do FPR e do FPOEA foram similares aos do milho Boscolo et al. (2002) (93,4%), Vidal et al. (2015a) (92,9%) e superior ao relatado por Furuya et al. (2001) (87,02%) e Guimarães et al. (2008b) (72, 86%). Quanto a digestibilidade da energia bruta, os farelos palmas miúda, orelha de elefante africana e redonda (Tabela 5) apresentaram CDAS superiores ao do milho verificado por Guimarães et al. (2008b) (67,34%); semelhante ao determinado por Boscolo et al. (2002) (76,63%) e inferior ao relatado por Vidal et al. (2015a) (91,2%).

Em síntese, tendo como base os dados obtidos nesta pesquisa e os dados relatado pelos autores supracitados, a digestibilidade da MS, PB e EB dos farelos das palmas pela tilápia do Nilo, pode ser equivalente a do milho e do farelo de trigo.

Considerando que o milho e o farelo de trigo apresentam o amido como principal carboidrato e consequente fonte energética, e as palmas forrageiras carboidratos não fibrosos (Tabela 3) e pectinas, ou seja, carboidratos com níveis de

complexidade distintos, e, contudo, apresentaram digestibilidade da EB proveniente destes nutrientes, similar, pode-se afirmar que a tilápia do Nilo possui sistema digestório capaz de digerir uma variedade de carboidratos, desde os simples aos mais complexos e utilizá-los como fonte energética. Estes resultados corroboram com os dados obtidos pelos os diferentes trabalhos que retificaram a capacidade da tilápia em utilizar diferentes tipos de carboidratos na dieta e utilizá-los como fontes energéticas (AMIRKOLAIE et al., 2005; LEENHOUWERS, et al., 2007b; GUIMARÃES et al., 2011; HAIDAR et al., 2016).

A abordagem relativa à digestibilidade dos carboidratos totais, não fibrosos na literatura é escassa. O CDACHT do FPR foi superior ( $P < 0,05$ ) aos do FPI e do FPR, provavelmente porque que as frações de carboidratos não fibrosos e solúveis foram menos digeríveis ( $P < 0,05$ ) para estas últimas em relação ao FPR. Os CDACNF do FPM e do FPR foram superiores ao do FPI ( $P < 0,05$ ). A digestibilidade dos CNF dos FPOEA e FPR foi mais elevada em relação à do FPG ( $P < 0,05$ ) (Tabela 5).

A menor digestibilidade dos CHT do FPI e do FPG, ainda, pode estar atribuída ao fato de que estes apresentaram concentrações superiores de carboidratos totais em relação aos farelos das demais palmas avaliadas (Tabela 3). Provavelmente o nível de carboidratos ultrapassou a capacidade hidrolítica das carbohidrases, ou seja, mais substrato que enzima digestiva. Ocorrendo saturação, o excesso não é clivado, resultando em menor CDA deste nutriente.

Esta perspectiva pode ser ratificada por alguns estudos que mostraram efeitos similares: a digestibilidade dos carboidratos foi negativamente afetada com o aumento dos níveis de inclusão destes na dieta para tilápia do Nilo (AZAZA et al., 2008); foi relatada redução na digestibilidade do amido com o aumento da ingestão do mesmo por truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (BERGOT e BRÈQUE, 1983); foi verificado menores CDAs do amido e EB para a truta arco-íris quando alimentada com dieta contendo maior nível de amido (BRAUGE et al., 1994), o mesmo efeito foi observado para o bacalhau (*Gadus morhua*) (HEMRE et al., 1989).

Apesar das variações detectadas nos CDAs dos carboidratos entre os farelos das palmas, os valores verificados para a digestibilidade dos mesmos, possibilitam afirmar que todas as palmas apresentaram carboidratos digestíveis para a tilápia do Nilo.

Os resultados obtidos neste estudo verificaram forte correlação entre a digestibilidade dos carboidratos e a digestibilidade da MS e EB (Tabela 6). Os carboidratos foram os principais responsáveis pelo CDA da EB, e MS, quando

comparados a PB (Tabela 6). Esses dados averiguam a elevada capacidade da tilápia do Nilo em digerir os carboidratos presentes nos farelos das palmas estudadas e permite afirmar que a energia digestível destes cultivares é proveniente, principalmente, dos seus carboidratos.

Tabela 6 – Correlação entre as frações digestíveis da proteína e carboidratos com a digestibilidade da matéria seca e energia bruta

	<i>CDAMS</i>	<i>CDAEB</i>
CDAPB	0,735	0,540
CDACHT	0,983	0,970
CDACNF	0,857	0,883
CDACST	0,972	0,959

Correlação de Pearson. CDACHT (Coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos totais); CDACNF (Coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos); CDACST (Coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos solúveis totais) CDAEB (Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta) CDAMS (Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca); CDAPB (Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta).

### 4.3 Disponibilidade aparente dos aminoácidos dos diferentes cultivares de palmas forrageiras para tilápia do Nilo

As proteínas constituintes de um determinado ingrediente pode apresenta disponibilidade aparente dos aminoácidos variada, como averiguado por (FURUYA et al., 2001c; GUIMARÃES et al., 2008b, VIDAL et al., 2015a,b). Na presente pesquisa foram detectadas variações significativas nos coeficientes de disponibilidade aparente dos aminoácidos essenciais e não essenciais entre e dentre as palmas analisadas ( $P < 0,05$ ) como apresentado na Tabela 7, seguindo a mesma tendência da digestibilidade da proteína bruta. Este efeito também foi relatado para o milho, farelo de soja e trigo (FURUYA et al., 2001c); milho e sorgo (GUIMARÃES et al., 2008b); milho e coprodutos (VIDAL et al., 2015a) soja e coprodutos (VIDAL et al., 2015b) estes autores avaliarem a disponibilidade dos aminoácidos destes ingredientes para a tilápia do Nilo.

Os valores verificados para a disponibilidade aparente da maioria dos aminoácidos do FPR não diferiram estatisticamente dos valores observados para o FPOEA ( $P > 0,05$ ), entretanto, foi superior ( $P < 0,05$ ) aos dos FPM, FPG e FPI ( $P < 0,05$ ). Assim como a digestibilidade da proteína bruta, o perfil de disponibilidade dos aminoácidos foi o mais reduzido para o FPM (Tabela 7).

Tabela 7 – Coeficientes de disponibilidade aparente dos aminoácidos dos farelos de palma forrageira para tilápia do Nilo

	Farelos de palma					
	Miúda	IPA 20	O.E.A	Redonda	Gigante	EPM
Aminoácidos essenciais (%)						
Arginina	45,02b	80,60 <sup>a</sup>	85,49a	87,21 <sup>a</sup>	79,95a	5,34
Fenilalanina	96,74ab	80,42b	116,84a	111,05 <sup>a</sup>	99,36ab	4,52
Histidina	42,30c	74,11b	78,38b	97,08 <sup>a</sup>	66,95b	5,48
Isoleucina	95,91c	104,25bc	116,57ab	121,42 <sup>a</sup>	105,11bc	3,29
Leucina	63,59b	56,03b	96,71a	92,74 <sup>a</sup>	90,70a	6,65
Lisina	54,13b	70,82 <sup>a</sup>	78,74a	83,84 <sup>a</sup>	73,50a	3,49
Metionina	147,26b	73,61c	141,82b	143,96b	217,67a	13,98
Treonina	66,04c	86,90bc	100,46ab	125,03 <sup>a</sup>	77,53bc	6,83
Triptofano	96,80 <sup>a</sup>	111,82 <sup>a</sup>	115,33a	101,32 <sup>a</sup>	71,16b	6,18
Valina	71,77c	81,19bc	102,50ab	106,92 <sup>a</sup>	79,61bc	4,78
Aminoácidos não essenciais (%)						
Ácido Aspártico	11,32b	52,62 <sup>a</sup>	64,39a	66,98 <sup>a</sup>	59,36a	7,26
Ácido glutâmico	66,07bc	47,00c	103,75a	75,10b	81,17ab	5,68
Alanina	42,56b	77,13 <sup>a</sup>	92,53a	95,63 <sup>a</sup>	67,29ab	6,52
Glicina	63,88b	87,75 <sup>a</sup>	100,97a	94,26 <sup>a</sup>	84,18a	7,85
Cistina	400,27a	120,15b	427,63a	266,54ab	288,14ab	35,73
Prolina	83,84ab	70,00b	106,12a	98,13ab	101,75a	5,66
Serina	41,39b	69,09ab	87,35a	80,46 <sup>a</sup>	70,96ab	6,58

O.E.A (Orelha de elefante africana); Médias seguidas de letra diferente são diferentes ( $p < 0,05$ ) pelo teste Duncan.

Foi verificado elevada disponibilidade aparente dos aminoácidos essenciais fenilalanina, isoleucina, metionina, triptofano e valina dos farelos de todas as palmas estudadas para a tilápia do Nilo, igual ou superior a 96,74%, 95,91%, 73,61%, 71,16% e 71,77% respectivamente. Os aminoácidos arginina, histidina e lisina apresentaram disponibilidade aparente mais reduzida para o FPM, o FPR apresentou maior disponibilidade aparente do aminoácido histidina em relação aos demais farelos estudados ( $P < 0,05$ ).

A disponibilidade aparente dos aminoácidos isoleucina, treonina e valina do FPR foi superior entre os demais farelos testados ( $P < 0,05$ ), exceto para o FPOEA ( $P > 0,05$ ). A Leucina apresentou elevada disponibilidade aparente nos farelos das palmas orelha de elefante africana, redonda e gigante, acima de 90%, contudo menor disponibilidade nos farelos das palmas miúda 63,59% e IPA 20 56,03% (Tabela 7). Apesar das variações detectadas, apenas o farelo da palma miúda apresentara disponibilidade abaixo de 50% para os aminoácidos arginina e histidina.

Quanto aos aminoácidos não essenciais a cistina e a prolina e foram os mais disponíveis em todos os farelos testados, em contudo o ácido aspártico o menos disponível. (Tabela 7).

Provavelmente a causa atribuída a digestibilidade da proteína bruta em relação ao reduzido CDA para o FPG, FPG e, principalmente, FPM pode justificar a reduzida disponibilidade da maioria dos aminoácidos nos farelos destas palmas para a tilápia do Nilo.

A avaliação da disponibilidade dos aminoácidos presentes nos ingredientes para o organismo animal constitui uma ferramenta importante para a determinação da qualidade da proteína bruta presente no alimento, pois, nem sempre os aminoácidos componentes serão disponíveis.

## CONCLUSÃO

O farelo da palma redonda apresentou o melhor valor nutritivo, seguido do farelo da palma orelha de elefante africana. Entretanto, todos os cultivares tiveram boa digestibilidade dos carboidratos pela Tilápia do Nilo. As palmas avaliadas apresentam valor nutritivo similar aos de outros ingredientes energéticos tradicionais, o que indica potencialidade de inclusão dos farelos destes vegetais em dietas extrusadas para este peixe.



## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A tilápia do Nilo apresenta capacidade de digerir carboidratos de fontes vegetais, utilizando de forma eficiente esse e os demais nutrientes presentes. As palmas forrageiras apresentam os carboidratos como principais nutrientes, sendo ingredientes energéticos assimiláveis pela tilápia Nilo. São amplamente difundidas no nordeste brasileiro e são espécies rústicas, assim, podem ser ingredientes energéticos alternativos na formulação de dietas na piscicultura.

No entanto outros estudos são necessários para avaliar o efeito da inclusão destes vegetais no desempenho e variáveis metabólicas nesta espécie.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J.; JACKSON, A. J.; MATTY, A. J.; CAPPER, B. S. Effects of dietary carbohydrate and fibre on the tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn.). **Aquaculture**, v. 37, n. 4, p. 303-314, 1984.

ANDERSON, A. D. ALAM. M.S.; WATANABE, W.O.; CARROLL P.M.; WEDEGAERTNER, T.C.; DOWD M.K.. Full replacement of menhaden fish meal protein by low-gossypol cottonseed flour protein in the diet of juvenile *Black sea bass* *Centropristis striata*. **Aquaculture**, v. 464, p. 618-628, 2016.

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. Gaithersburg, Md.: AOAC International, 2005.

ASTELLO-GARCÍA, M. G.; CERVANTES, I.; NAIR, V.; SANTOS-DÍAZ, M. S.; REYES-AGÜERO, A.; GUÉRAUD, F.; NEGRE-SALVAYREG, A.; ROSSIGNOLH, M.; CISNEROS-ZEVALLOSC, L.; ROSA, A. P. B. Chemical composition and phenolic compounds profile of cladodes from *Opuntia* spp. cultivars with different domestication gradient. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 43, p. 119-130, 2015.

AMIRKOLAIE, A. K.; LEENHOUWERS, J. I.; VERRETH, J. A.; SCHRAMA, J. W. Type of dietary fibre (soluble versus insoluble) influences digestion, faeces characteristics and faecal waste production in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, v. 36, n. 12, p. 1157-1166, 2005.

ASTELLO-GARCÍA, M.G; CERVANTES, I; NAIR, V; SANTOS-DÍAZ, M.S; REYES-AGÜERO, A; GUÉRAUD, F; NEGRE-SALVAYRE, A; ROSSIGNOL,M; CISNEROS-ZEVALLOS, L; ROSA, A.P.B. Chemical composition and phenolic compounds profile of cladodes from *Opuntia* spp. cultivars with different domestication gradient, **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 43, 119–130, 2015.

AZAZA, M. S.; MENSI, F.; KAMMOUN, W.; ABDELOUAHEB, A.; BRINI, B.; KRAÏEM, M. Nutritional evaluation of waste date fruit as partial substitute for soybean

meal in practical diets of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Nutrition**, v. 15, n. 3, p. 262-272, 2008.

AZAZA, M. S.; KHIARI, N.; DHRAIEF, M. N.; ALOUI, N.; KRAIEM, M. M.; ELFEKI, A. Growth performance, oxidative stress indices and hepatic carbohydrate metabolic enzymes activities of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., in response to dietary starch to protein ratios. **Aquaculture Research**, v. 46, n. 1, p. 14-27, 2013.

BATISTA, A. M.; MUSTAFA, A. F.; MCALLISTER, T.; WANG, Y.; SOITA, H.; MCKINNON, J. J. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, n. 5, p. 440-445, 2003.

BERGOT, F.; BREQUE, J. Digestibility of starch by rainbow trout: effects of the physical state of starch and of the intake level. **Aquaculture**, v. 34, n. 3-4, p. 203-212, 1983.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 539-545, 2002.

BRAGA, L. G. T.; RODRIGUES, F. L.; AZEVEDO, R. V. D. Apparent digestibility of the energy and nutrients of agro-industrial by-products for Nile tilapia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 1127-1136, 2010.

BRASIL, **Manual de criação de peixes em tanques-rede**. Brasília: CODEVASF, ed. 2, p. 68, 2013.

BRAUGE, C.; MEDALE, F.; CORRAZE, G. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared in seawater. **Aquaculture**, v. 123, n. 1-2, p. 109-120, 1994.

CAVALCANTE, L. A. D.; SANTOS, G. R. A.; SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária nos Trópicos**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 424-433, 2014.

CAVALCANTI, M. C. A.; BATISTA, A. M. V.; GUIM, A.; LIRA, M. de A.; RIBEIRO, V. L.; RIBEIRO NETO, A. C. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus indica* Mill) e palma orelha de elefante (*Opuntia* sp). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 173-179, 2008.

CHEN, M. Y.; JI-DAN Y.; Wei Y.; WANG, K. Growth, feed utilization and blood metabolic responses to different amylose-amylopectin ratio fed diets in Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 26, n. 8, p.1160, 2013.

CHENG, Z., JINGHUI, L.; ZHANG, B.; ZHENZHEN, F.; JINHUI, S.; DONGQING, B.; SUN, J.; XIUTING, Q. Verification of protein sparing by feeding carbohydrate to common carp *Cyprinus carpio*. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, v. 35, n. 2, p. 251-257, 2017.

CHOUGUI, N; DJERROUD,N;NARAOUI, F; HADJAL, S; ALIANE, K; ZEROUAL, B; LARBAT, R. Physicochemical properties and storage stability of margarine containing *Opuntia ficus-indica* peel extract as antioxidant. **Food Chemistry**, v. 173, n 15, p. 382–390, April 2015.

CONTRERAS-PADILLA, M.; PÉREZ-TORRERO, E.; HERNÁNDEZ-URBIOLA, M. I.; HERNÁNDEZ-QUEVEDO, G.; DEL REAL, A. E.; RIVERA-MUÑOZ, M.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, M.E. Evaluation of oxalates and calcium in nopal pads (*Opuntia ficus-indica* var. Redonda) at different maturity stages. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 1, p. 38–43, 2011.

CORSATO, C. E.; SCARPARE FILHOJ. A.; SALES, E. C. J. D. Teores de carboidratos em órgãos lenhosos do caqui em clima tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 414-418, 2008.

COSTA, C. T. F.; FERREIRA, M. A.; CAMPOS, J. M. S.; GUIM, A.; SILVA, J. L.; SIQUEIRA, M. C. B.; BARROS, L. J. A.; SIQUEIRA, T. D. Q. Intake, total and partial digestibility of nutrients, and ruminal kinetics in crossbreed steers fed with multiple supplements containing spineless cactus enriched with urea. **Livestock Science**, v. 188, p. 55-60, 2016.

DANIEL, H. B. T.; CIPRIANO, F. S.; LIMA, K. S.; ALLAMAN, I. B.; TONINI, W. C T.; TAKISHITA, S. S.; BRAGA, L. G. T. Digestibility and performance of juvenile Nile tilapia fed with diets containing forage palm. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p.2417-2426, 2016.

DESSIMONI, G. V.; BATISTA, A. G.; BARBOSA, C. D.; Composição bromatológica, mineral e fatores antinutricionais da palma forrageira. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 8, n. 3, p. 51-55, 2014.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. **Métodos para análise de alimentos-Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco. Suprema: Brasil, 2012.

DONG, X.-H., GUO, Y.-X., YE, J.-D., SONG, W.-D., HUANG, X.-H., & WANG, H. Apparent digestibility of selected feed ingredients in diets for juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus*×*Oreochromis aureus*. **Aquaculture Research**, v. 41, n.9, p. 1356–1364, 2010.

DUBOIS, M.; GILLES, A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method of determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistr**, v. 28, n.3, p. 350-355, 1956.

EL-SAYED, A. F. M. **Tilapia Culture**. 1, ed. Wallingford: CABI Publishing, 277p. 2006.

ENGLE, C. R. **Aquaculture Economics and Financing: Management and Analysis**. 1.ed. Wiley-Blackwell, 260p. 2010.

FAO. **FishStatJ, a tool for fishery statistics analysis**. Rome: FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations 2012.

FAO. **FishStatJ, a tool for fishery statistics analysis**. Rome: FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations 2014.

FAO. **FishStatJ, a tool for fishery statistics analysis**. Rome: FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations 2016.

FAO. **FishStatJ, a tool for fishery statistics analysis**. Rome: FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations 2017.

FAO 2010-2017 Fisheries and Aquaculture Department About us – Fisheries and Aquaculture Department. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department* [online]. Rome Updated 17 MARCH 2017. [Cited 13 June 2017]. <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromisniloticus/en>.

FARIAS, I.; SANTOS, D. C.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Ed.). *A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 81-104, 2005.

FOTIUS, A. C. A.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; SALLA, L. E.; SOUZA, A. R. D. L.; BISPO, S. V. Estratégia de nutrientes para ovinos em distintas sequências de fornecimento alimentar em dieta a base de palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n. 2, p. 504-516, 2014.

FRACALOSSI, D.M.; RODRIGUES, A. P. O.; GOMINHO-ROSA, M.C. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira/** Debora Machado Fracalossi & José Eurico Possebon Cyrino (editores). – Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 375p. CDU: 639.3, cap. 6, 2012.

FROTA, M. N.L.; CARNEIRO, M. S. S.; CARVALHO, G. M. C.; NETO, R. B. A. Palma forrageira na alimentação animal. **Embrapa Meio-Norte**, p. 47, 2015.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; PEZZATO, A. C.; BARROS, M. M.; MIRANDA, E. D. 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, 2001a.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; FURUYA, V. R. B.; BARROS, M. M.; LANNA, E. A. T. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de canola pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 611-616, 2001b.

FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; FURUYA, V. R. B.; BARROS, M. M. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.)(linhagem tailandesa). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 23, p. 465-469, 2001c

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**. ed. 1, Toledo: GFM Gráfica & Editora, 100p, 2010.

GOMINHO-ROSA, M.C.; RODRIGUES, A. P. O.; MATTIONI, B.; DE FRANCISCO, A.; MORAES, G.; FRACALOSSO, D. M. Comparison between the omnivorous jundiá catfish (*Rhamdia quelen*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on the utilization of dietary starch sources: Digestibility, enzyme activity and starch microstructure. **Aquaculture**, v. 435, p. 92-99, 2015.

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.

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.

GUIMARAES, I. G.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; TACHIBANA, L.; FERNANDES, R. D. 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, 2011.

Haidar, M. N.; Petie, M.; Heinsbroek, L. T.; Verreth, J. A.; Schrama, J. W. The effect of type of carbohydrate (starch vs. nonstarch polysaccharides) on nutrients digestibility, energy retention and maintenance requirements in Nile tilapia. **Aquaculture**, v. 463, p. 241-247, 2016.

Hemre, G.I.; Lie, Ø.; Mentir, E.; Lambertsen, G. Starch as an energy source in feed for cod (*Gadus morhua*): digestibility and retention. **Aquaculture**, v. 80, n. 3-4, p. 261-270, 1989.

Hidalgo, M. C.; Sanz, A.; Gallego, M. G.; Suarez, M. D.; De La Higuera, M. Feeding of the European eel *Anguilla anguilla*. I. Influence of dietary carbohydrate level. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 105, n. 1, p. 165-169, 1993.

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: Embrapa Agropecuária Oeste. 94, 2008.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Produção da pecuária municipal. v. 43, 2016.



JÚNIOR, J. G. B. G.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G.; LIMA, R.N. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n. 2, p.78-85, 2014.

KIHARA, M.; SAKATA, T. Fermentation of dietary carbohydrates to short-chain fatty acids by gut microbes and its influence on intestinal morphology of a detritivorous teleost tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 118, n. 4, p. 1201-1207, 1997.

KIM, J. H.; LEE, H. J.; PARK, Y.; RA, K. S.; SHIN, K. S.; YU, K. W.; SUH, H. J. Mucilage removal from cactus cladodes (*Opuntia humifusa* Raf.) by enzymatic treatment to improve extraction efficiency and radical scavenging activity. **LWT-Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 337-342, 2013.

KUBITZA, F. A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercados. **Panorama da Aquicultura**, v. 13, n. 76, p. 25-35, 2003.

LANNA, E. A. T.; PEZZATO, L. E.; CECON, P. R.; FURUYA, W. M.; BOMFIM, M. A. D. Digestibilidade aparente e trânsito gastrintestinal em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2186-2192, 2004.

LEENHOUWERS, J. I.; ADJEI-BOATENG, D.; VERRETH, J. A. J.; SCHRAMA, J. W. Digesta viscosity, nutrient digestibility and organ weights in African catfish (*Clarias gariepinus*) fed diets supplemented with different levels of a soluble non-starch polysaccharide. **Aquaculture Nutrition**, v. 12, n. 2, p. 111-116, 2006.

LEENHOUWERS, J.I.; TER VELD, M.; VERRETH, J. A. J.; SCHRAMA, J. W. Digesta characteristics and performance of African catfish (*Clarias gariepinus*) fed cereal grains that differ in viscosity. **Aquaculture**, v. 264, n.1, p. 330–341. 2007a.

LEENHOUWERS, J. I.; ORTEGA, R. C.; VERRETH, J. A.; SCHRAMA, J. W. Digesta characteristics in relation to nutrient digestibility and mineral absorption in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed cereal grains of increasing viscosity. **Aquaculture**, v. 273, n. 4, p. 556-565, 2007b.

LIM, S. J.; KIM, S. S.; KO, G. Y.; SONG, J. W.; OH, D. H.; KIM, J. D.; KIM, J.U.; LEE, K. J. Fish meal replacement by soybean meal in diets for Tiger puffer, *Takifugu rubripes*. **Aquaculture**, v. 313, n. 1, p. 165-170, 2011.

LIN, SHIMEI.; LUO, LI. Effects of different levels of soybean meal inclusion in replacement for fish meal on growth, digestive enzymes and transaminase activities in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* X *O. aureus*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 168, n. 1, p. 80-87, 2011.

LOPES, E. B. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido nordestino**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2012.

MAGALHÃES, S. C. Q.; CABRITA, A. R. J.; VALENTÃO, P.; ANDRADE, P. B.; REMA, P.; MAIA, M. R. G.; FONSECA, A. J. M. Apparent digestibility coefficients of European grain legumes in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, p. 1–9 2017.

MAJDOUB, H., PICTON, L.; LE CERF, D.; ROUDESLI, S. Water retention capacity of polysaccharides from prickly pear nopals of *Opuntia ficus indica* and *Opuntia littoralis*: Physical–chemical approach. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 18, n. 4, p. 451-458, 2010.

MORO, G. V.; SILVA, T. S. C.; CYRINO, J. E. P. Feed processing affected the digestibility of carbohydrate sources for dourado *Salminus brasiliensis*. **Aquaculture Nutrition**, v. 23, n. 1, p. 40-45, 2015.

NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D. dos; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L. de; MORAES, S. A. de; ARAGÃO, A. S. L. de; COSTA, C. T. F. Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro. **EMBRAPA**, p. 8, 2010

NRC. **Nutrient Requirements of fish and shrimp**. Washington: The National Academy Press, p. 376, 2011.

OLIVEIRA, M. S.; LIMA, K. S.; CIPRIANO, F. S.; TONINI, W. C. T.; AZEVEDO, R. V.; SALARO, A. L.; BRAGA, L. G. T. Digestibility of nutrients and energy of cultivars of forage palm for growing Nile tilapia. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1411-1420, 2013.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. A.; CHAMMAS, M. A. Potencial para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil. In: Aquicultura no Brasil O DESAFIO É CRESCER. Ostrensky, A.; Borghetti, J.R.; Soto, D. p. 160, 2008.

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

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.

RIBEIRO, E. M. O.; SILVA, N. H.; LIMA FILHO, J. L.; BRITO, J. Z.; SILVA, M. P. C. Study of carbohydrates present in the cladodes of *Opuntia ficus-indica* (fodder palm), according to age and season. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 933-939, 2010.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; JABOTICABAL, L.H. **Nutrição de não ruminantes**, Funep, 678 p. Il. ISBN : 978-85-7805-133-7. CDU 636.085, 2014.

SANTOS, D.C.; SANTOS, M. V. F.; FARIAS, I.; DIAS, F. M.; LIRA, M.A. Desempenho Produtivo de Vacas 5/8 Holando/Zebu Alimentadas com Diferentes Cultivares de Palma Forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 30(1), p. 12-17, 2001.

SHIAU, S. Y.; PENG, C. Y. Protein-sparing effect by carbohydrates in diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus*. **Aquaculture**, v. 117, n. 3-4, p. 327-334, 1993.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, p.235, 2002.

SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. **Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes**. Revista Eletrônica de Veterinária, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; IEGAS, P. A. A.; MUNIZ, E. N.; RANGEL, J. H. A, MOREIRA, A. L., BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, 2014.

SIQUEIRA, M. C.; FERREIRA, M. D. A.; MONNERAT, J. P. I. D. S.; SILVA, J. D. L.; COSTA, C. T.; DA CONCEIÇÃO, M. G.; ANDRADEC, R. P.X.; BARROS, L. A. B.; MELO, T. T. D. B. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p. 56-64, 2017.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SNYMAN, H.A. Effect of various water applications on root development of *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* under greenhouse growth conditions. **Journal of the Professional Association for Cactus Development** v6, 35–61, 2004a.

SNYMAN, H.A., Effect of water stress on root growth of *Opuntia ficus indica* and *O. robusta*. **South African Journal of Animal Science**, v.34, p.101–103. 2004b.

SNYMAN, H. A. Root distribution with changes in distance and depth of two-year-old cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta* plants. **South African Journal of Botany**, v. 72, n. 3, p. 434-441, 2006a.

SNYMAN, H. A. A greenhouse study on root dynamics of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 4, p. 529-542, 2006b.

STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; BARBIERI DE CARVALHO, M. R. 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.

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

SUN, H.; TANG, J. W.; YAO, X. H.; WU, Y. F.; WANG, X.; LIU, Y.; LOU, B. Partial substitution of fish meal with fermented cottonseed meal in juvenile black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) diets. **Aquaculture**, v. 446, p. 30-36, 2015.

TREWAVAS, E. **Tilapine fishes of the genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia**. London: British Museum (Natural History), p.427, 1983.

TROMBETTA, D.; PUGLIA, C.; PERRIA, C.; LICATA, A.; PERGOLIZZI, S.; LAURIANO, A. Effect of polysaccharides from *Opuntia ficus-indica* (L.) cladodes on the healing of dermal wounds in the rat. **Phytomedicine**, v 13, p. 352-358, 2006.

VÁSQUEZ-TORRES, W; ARIAS-CASTELLANOS, J. A. Effect of dietary carbohydrates and lipids on growth in cachama (*Piaractus brachypomus*). **Aquaculture Research**, v. 44, n. 11, p. 1768-1776, 2013.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967.

VASCONCELOS, A. G. V.; LIRA, M. A.; CAVALCANTI, V. A. L. B.; SANTOS, M. V. F.; WILLADINO, L. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius sp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 827831, 2009.

VALLADÃO, G. M. R.; GALLANI, S. U.; PILARSKI, F. South American fish for continental aquaculture. **Reviews in Aquaculture**, 2016.

VIDAL, L. V. O.; XAVIER, T. O.; MICHELATO, M.; MARTINS, E. N.; PEZZATO, L. E.; FURUYA, W. M. Apparent Protein and Energy Digestibility and Amino Acid Availability of Corn and Co-products in Extruded Diets for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 46, n. 2, p. 183-190, 2015a.

VIDAL, L. V. O.; XAVIER, T. O.; MOURA, L. B.; GRACIANO, T. S.; MARTINS, E. N.; FURUYA, W. M. Apparent digestibility of soybean coproducts in extruded diets for Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Nutrition**, v.23, p. 228–235, 2015b.

VILELA, M.S.; FERREIRA, M. A.; AZEVEDO, M.; MODESTO, E. C.; FARIAS, I; GUIMARÃES, A. V.; BISPO, S. V. Effect of processing and feeding strategy of the spineless cactus (*Opuntia ficus indica* Mill.) for lactating cows: Ingestive behavior. **Applied animal behaviour science**, v. 125, n. 1, p. 1-8, 2010.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. D. A.; BATISTA, A. M. V.; VERAS, A. S. C.; BISPO, S. V.; SILVA, F. M. D.; SANTOS, V. L. F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p.444-456 2012.

XAVIER, T.C; LUDKE, M. C. M. M; SANTOS, E. L; COSTA, A. A. G; OLIVEIRA, E.L; LIMA, M. R.; ARANDAS, J.K.G.; WAMBACH, X, F.; SANTANA, J. C. N.; LUDKE, J.V. Digestibilidade do farelo de palma forrageira (*Opuntia ficos*) para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), **Research Gate**, 2016.