



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

Geraldo Fernandes de Souza Germino

**DESEMPENHO, INTERMEDIÁRIOS METABÓLICOS E PARÂMETROS
HEMATOLÓGICOS DE JUVENIS DE TAMBACUI (*Colossoma
macropomum*) ALIMENTADOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES
PROTEÍNA BRUTA E FUBÁ DE MILHO E PROTEÍNA BRUTA E
BANANA *in natura***

PETROLINA-PE
2016

Geraldo Fernandes de Souza Germino

**DESEMPENHO, INTERMEDIÁRIOS METABÓLICOS E PARÂMETROS
HEMATOLÓGICOS DE JUVENIS DE TAMBQUI (*Colossoma
macropomum*) ALIMENTADOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES
PROTEÍNA BRUTA E FUBÁ DE MILHO E PROTEÍNA BRUTA E
BANANA *in natura***

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Orientador: Dr José Fernando Bibiano Melo

PETROLINA-PE
2016

G374d Germino, Geraldo Fernandes de Souza
Desempenho, intermediários metabólicos e parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com diferentes proporções de proteína bruta e fonte de carboidrato / Geraldo Fernandes de Souza Germino -- Petrolina, 2016.
XVI ; 79f. il. 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2016.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Bibiano Melo

1. Tambaqui. 2. Metabólicos. 3. Hematologia. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco
CDD 639.3

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca - SIBI/UNIVASF
Bibliotecário (a): Maria Betânia de Santana da Silva – CRB4/1747.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Geraldo Fernandes de Souza Germino

DESEMPENHO, INTERMEDIÁRIOS METABÓLICOS E PARÂMETROS
HEMATOLÓGICOS DE JUVENIS DE TAMBACUI (*Colossoma macropomum*)
ALIMENTADOS COM DIFERENTES PROPORÇÕES PROTEÍNA BRUTA E FUBÁ
DE MILHO E PROTEÍNA BRUTA E BANANA *in natura*

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em ciência
animal pela Universidade Federal do Vale do
São Francisco.

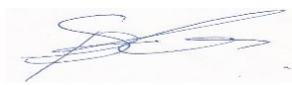
Aprovado em: 26 de fevereiro de 2016.

Banca Examinadora

Profº. D.r José Fernando Bibiano Melo, UNIVASF - Petrolina-PE



Profº. D.r Rogério Manoel Lemes Campos, UNIVASF - Petrolina-PE



Profº. D.r Carlos Eduardo Copatti, UFBA - Salvador-BA

Dedico,

“A todos que de alguma forma contribuiu com a realização deste trabalho”

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus, pois Ele está acima de tudo e de todos.

Agradeço à minha família, meus pais José Francisco de Souza Germino e Leide Maria Fernandes de Souza Germino e irmãos George Fernandes de Souza Germino e Gabriela Fernandes de Souza Germino por sempre acreditarem no meu potencial e me incentivarem a crescer como profissional e como pessoa, obrigado pela paciência, pelo exemplo, pelo carinho e principalmente pelo amor a mim concedido.

Agradeço ao meu professor e orientador Dr. José Fernando Bibiano Melo pela paciência e por ter aberto as portas do laboratório e assim contribuir pelo período de maior aprendizado acadêmico, espero poder contar com o Sr. Sempre, muito obrigado.

Agradeço a Dayane Fernandes pela compreensão, cumplicidade, carinho, paciência, amor e dedicação para que nosso futuro seja próspero.

Agradeço aos meus colegas de laboratório, Renilde, Seldon, Elisângela, Laisa, Marcia, Emerson, Taimara, Ruth, João, e em especial aos amigos Altiery e Anderson, com quem passei a maior parte do tempo, à todos muito obrigado.

Agradeço a pesquisadora da EMBRAPA Daniela Ferraz Campeche Bacconi pelos ensinamentos, apoio e estrutura concedidos, espero poder contar com você sempre.

Agradeço ao engenheiro de pesca Rozzanno Figueiredo e a todos que fazem parte da família Codevasf, que mesmo com todas as dificuldades fazem o Vale do São Francisco funcionar melhor, à todos muito obrigado.

Agradeço aos professores Doutores Rogério Manuel Lemes de Campos e Carlos Eduardo Copatti por contribuírem como participantes da banca examinadora, espero poder contar com vocês sempre, muito obrigado.

Agradecimento especial para Rosinha, muito abrigado por tudo, principalmente pela paciência com os discentes, muito obrigado minha Flor.

Agradeço aos servidores terceirizados pela ajuda e dedicação diária.

Agradeço a todos os professores e pesquisadores que fazem parte do Curso de Pós Graduação em Ciência Animal da Univasf pelos ensinamentos.

Agradeço a Ccoordenação de Pessoal para Ensino Superior (Capes) pela bolsa concedida.

Agradeço a Labtest por fornecer os kits para realização das análises bioquímicas.

Agradeço aos meus familiares e amigos, Hamilton, Lucas, Mateus, Marcelo, Tatinha, Tio Nildo, Naninha, Vovó Policar, Kico, Cecília, Fred, Carolina, Cléssio, Ban, Tia Carol, Tio Chumba, Nanda, Jorde, Jordinho, Tio Tubiba, Tio Dedé, Tia Edênia, Tio giva, Adriana, Tio Geninho, Tia Gil, Flavinha, Tia Dadá, a minha afilhada Maya e futura afilhada Raquel, agradeço aos meus amigos irmãos Rebecca, Vicente, Gina, Lessa, Mateus, Julio, Carol, Ernesto, Luciana, Sofia, Lucinho, Silvinha, Karlão, meus padrinhos e primos Tio Germino, Dindinha, Nanda, Fofa, Marcos e Mano. Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização e concretização desse trabalho.

A Todos o meu muito obrigado.

“Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

(Josué 1:9)

RESUMO

A maximização da retenção de proteína e o uso do carboidrato como energia em rações para crescimento é o principal objetivo dos nutricionistas de peixes no desenvolvimento de dietas economicamente eficientes e sustentáveis. Assim, o objetivo destes estudos foi verificar a melhor proporção de proteína bruta/fubá de milho e proteína bruta/Banana *in natura* na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Foram testadas quatro dietas com três repetições e diferentes proporções de proteína bruta/fubá de milho (PB/FM) e proteína bruta/banana *in natura* (PB/BI) de 30/30, 28/36, 26/42 e 24/48% nas rações experimentais durante 60 dias de alimentação. Para cada experimento, foram utilizados 120 juvenis com peso médio inicial de 15,5g \pm 2,2g. Os peixes foram alimentados *ad libitum*, duas vezes ao dia. Foram analisados parâmetros metabólicos: glicemia, aminoácidos totais livres, colesterol, triglicerídeos, albumina no plasma e glicogênio hepático. Os parâmetros hematológicos analisados foram hematócrito, eritrócitos, hemoglobina, volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média. As enzimas metabólicas analisadas foram amilase, lipase e protease alcalina inespecífica. No primeiro experimento, o tratamento com melhor desempenho foi o com 26/42% PB/FM, a proporção de PB/FM influenciou os parâmetros de desempenho, triglicerídeos, colesterol e das enzimas glutamato desidrogenase e aspartato aminotransferase. O perfil metabólico do tambaqui sofreu algumas alterações, mas foi adaptado aos níveis de proteína bruta e fubá de milho das dietas testadas. No segundo experimento o melhor desempenho obtido foi com a proporção 26/42 PB/BI. O perfil metabólico se adapta as variações de proteína e banana *in natura* na alimentação do tambaqui. Os parâmetros hematológicos de VCM, HCM, CHCM e de albumina plasmática demonstram reflexos responsivos às dietas testadas. A atividade das enzimas digestivas de protease alcalina inespecífica e lipase respondem as modificações das rações com variação de proteína e banana *in natura*. A amilase não modificou sua atividade nas condições experimentais.

Palavras chave: Tambaqui, intermediários metabólicos e hematologia

ABSTRACT

The maximizing the protein retention and use of carbohydrates as energy to feed growing is the main objective Fish nutritionists to develop economically efficient and sustainable diets. The objective of these studies was to determine the best ratio of crude protein / corn meal and crude protein/Banana *in natura* the feeding of tambaqui (*Colossoma macropomum*). Evaluated the performance, metabolic intermediates and hematological parameters of tambaqui juveniles. Four diets were tested with three replicates and different proportions of crude protein/corn meal and crude protein/banana *in natura* (CP/BI) 30/30, 28/36, 26/42 and 24/48% in the experimental diets during 60 days of feeding. For each experiment, 120 juveniles were used with initial average weight of 15.5g. The fish were fed ad libitum twice daily. Metabolic parameters were analyzed: blood glucose, total free amino acids, cholesterol, triglyceride, albumin in plasma and liver glycogen. The hematological parameters analyzed were hematocrit, erythrocytes, hemoglobin, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin and mean corpuscular hemoglobin concentration. The analyzed metabolic enzymes are amylase, lipase and nonspecific alkaline protease. In the first experiment, treatment with best performance was with the 26/42% CP/CM, the proportion of CP/CM influenced the performance parameters, triglycerides, cholesterol and glutamate dehydrogenase enzyme aminotransferase and aspartate. Hematological parameters were not affected by diets tested. The metabolic profile of tambaqui has undergone some changes, but has been adapted to the levels of crude protein and corn meal of the diets tested. In the second experiment the best performance was obtained with the ratio 26/42 PB/BI. The metabolic profile fits the protein variations and banana *in natura* tambaqui feed. The hematological parameters of MCV, MCH, VHCM and plasma albumin demonstrate responsive reflexes to the diets tested. The activity of digestive enzymes of alkaline protease and lipase respond nonspecific changes of diets with varying protein and banana *in natura*. The amylase did not change their activity in experimental conditions.

Keywords: Tambaqui, metabolic intermediate, hematology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	19
Figura 2.	Vias metabólicas de formação de energia e síntese de biomoléculas.....	24
Figura 3.	Unidades experimentais constituídas de doze caixas de PVC com volume de 1000L instaladas em sistema de recirculação.	26
Figura 4.	Biofiltro em sistema fechado de recirculação de água.....	27
Figura 5.	Sifonagem realizada diariamente.....	27
Figura 6(A;B).	Ingredientes utilizados nas rações com fubá de milho (A) e banana <i>in natura</i> (B) como fontes de carboidrato nas dietas para tambaquis.....	29
Figura 7.	Peletização em processador de carne tipo moedor.....	30
Figura 8.	Secagem das rações em estufa de recirculação por 24 horas a 55°C.....	30
Figura 9(A;B).	Coleta de sangue através de punção vaso caudal (A) e coleta do fígado (B) após eutanásia.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição bromatológica da banana pacovã.....	20
Tabela 2.	Estudos realizados com fontes alternativas de carboidratos em dietas para peixes.....	21
Tabela 3.	Exigência de proteína bruta em peixes onívoros tambaqui e pacu nas fases de juvenil e alevino.....	23
Tabela 4.	Composição percentual e bromatológica estimados das dietas com fubá de milho como fonte de carboidrato utilizada na alimentação de tambaquis juvenis.....	28
Tabela 5.	Composição percentual e bromatológica estimados das dietas com banana <i>in natura</i> como fonte de carboidrato utilizada na alimentação de tambaquis juvenis.....	28

ARTIGO 1

Tabela 1.	Composição percentual, bromatológica e de aminoácidos estimados das dietas utilizadas na alimentação de tambaquis juvenis.....	47
Tabela 2.	Valores médios de ganho de peso médio total (GPMT), ganho em peso médio diário (GPMD), conversão alimentar aparente (CAA) e biomassa em gramas e percentagem, ração ofertada (RO).....	49
Tabela 3.	Valores médios de colesterol (COL), taxa de triglicerídes (TRI), taxa de albumina (ALB) e glicose (GLI) no plasma, glicogênio hepático (GH), aspartato aminotransferase (AST) e glutamato desidrogenase (GDH) de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes proporções proteína bruta:fubá de milho, alimentados por 60 dias.....	51
Tabela 4.	Valores médio de Hematócrito, eritrócito, hemoglobina, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) de Tambaqui submetido a diferentes proporções de PB/FM alimentados por 60 dias.....	52

ARTIGO 2

Tabela 1.	Composição percentual, bromatológica e de aminoácidos estimados das dietas utilizadas na alimentação de tambaquis juvenis.....	64
Tabela 2.	Valores médios de peso médio inicial (PMI), biomassa média inicial (BMI) ganho de peso médio total (GPMT), ganho de	

	peso médio diário (GPMD), conversão alimentar aparente (CAA) e biomassa em gramas e porcentagem e ração ofertada (RO).....	67
Tabela 3.	Valores médios de glicose (GLI), glicogênio hepático (GH), taxa de triglicérides totais (TRI), colesterol total (COL), proteínas totais (Ptn totais) e aminoácidos totais (AST) de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes proporções proteína bruta/banana <i>in natura</i>	68
Tabela 4.	Valores médio de Hematócrito, eritrócito, hemoglobina, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e albumina (ALB) de Tambaqui submetido a diferentes proporções de proteína bruta/banana <i>in natura</i> alimentadas por 60 dias.....	71
Tabela 5.	Valores médios das enzimas digestivas lipase, amilase e protease alcalina inespecífica (P.A.I.) de tambaqui submetido a diferentes proporções de proteína bruta/banana <i>in natura</i> alimentadas por 60 dias.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

%	Porcentagem
µl	Microlitro
µs/cm	MicroSiemens por centímetro
AAT	Aminoácidos totais
ADP	Adenosina difosfato
ALB	Albumina
AST	Aspartato aminotransferase
BHT	Butil hidroxi tolueno
C	Celsius
CAA	Conversão alimentar aparente
CHCM	Concentração de hemoglobina corpuscular média
CHO	Carboidrato
dL	Decilitro
EB	Energia bruta
et al	E colaboradores
FB	Fibra bruta
FCHO	Fonte de carboidrato
fL	Fentolitro
g	Gramas
GDH	Glutamato desidrogenase
GH	Glicogênio hepático
GLI	Glicose
GPMD	Ganho de peso médio diário
GPMT	Ganho de peso médio total
H₂SO₄	Ácido sulfúrico

Hb	Hemoglobina
HCM	Hemoglobina corpuscular média
Ht	Hematócrito
K₂SO₄	Hemoglobina corpuscular média
KOH	Hidróxido de potássio
L	Litro
mg	Miligrama
mL	Mililitro
MM	Matéria mineral
mM	Milimolar
MS	Matéria seca
N	Fosfato dinucleotídeo de nicotinamida e adenina
NADP	Dinucleotídeo de nicotinamida e adenina
NADPH	Fosfato dinucleotídeo de nicotinamida e adenina
nm	Nanômetro
PIB	Produto Interno Bruto
PB	Proteína bruta
pg	Picograma
pH	Potencial hidrogeniônico
ppm	Partes por milhão
PVC	Policloreto de vinil
Rpm	Rotações por minuto
Tab.	Tabela
TRI	Triglicerídeo
U.	Unidade
VCM	Volume corpuscular médio

SUMÁRIO

RESUMO	IX
ABSTRACT	X
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE ABREVIATURAS	XIV
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1. Piscicultura no Brasil.....	18
2.2. Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	19
2.3. Alimentos alternativos como fonte de carboidrato.....	19
2.4. Proteína em ração para peixes.....	21
2.5. Carboidrato em ração para peixes.....	23
2.6 Intermediários metabólicos e hematologia.....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1. Preparação do sistema.....	26
3.2. Cálculo e preparação das dietas experimentais.....	27
3.3. Manejo alimentar e desempenho zootécnico.....	30
3.4. Coleta de material biológico.....	31
3.5. Determinação dos parâmetros hematológicos.....	32
3.6. Determinação do perfil metabólico.....	32
3.7. Determinação da atividade das enzimas digestivas.....	33
3.7. Análise estatística.....	33
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
5. ARTIGO 1.....	41
6. ARTIGO 2.....	59

1. INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente as atividades agropecuárias tem se destacado na economia mundial. Dentre estas, a piscicultura apresenta-se como atividade promissora. Apesar do semiárido nordestino, em especial o Vale do São Francisco ser caracterizado por condições climáticas adversas como irregularidade de chuvas e baixa pluviosidade, a piscicultura desponta como uma excelente atividade, pois a região possui clima adequado e fatores propícios como luminosidade, temperatura. Além disto, existem também importantes redes hidrográficas, como o Rio São Francisco e seus reservatórios, canais de irrigação, bem como açudes com potencial de utilização para criação de peixes (ANA, 2012).

A piscicultura é uma atividade que vem crescendo no Nordeste, porém é ainda insipiente em função do grande potencial que este apresenta. Uma das limitações para este cultivo é a falta de elementos acerca da nutrição e manejo alimentar dos animais, aliado ao alto custo das rações que chegam a 70% do cultivo total, mão de obra e aquisição de alevinos e alimentos (ANDRADE et al., 2005). O nutriente de maior custo na produção de peixe é a proteína, pois o tambaqui exige um teor de proteína de 30 - 50% a depender da fase de produção.

A principal fonte de proteína em dietas para peixes é a farinha de peixe, devido a seu elevado valor nutritivo e aceitabilidade, tem sido tradicionalmente utilizada nas rações comerciais (DE SILVA e ANDERSON, 1995).

A exigência de carboidrato não está bem definida em dietas para peixes, mesmo sendo o nutriente de menor custo, os níveis de carboidratos utilizados são os que assegurem a melhor eficiência no aproveitamento de outros nutrientes, além de auxiliar no processo de extrusão das rações na indústria. O principal ingrediente usado como fonte de carboidrato é o milho. Hemre et al. (2002) observaram que peixes alimentados com dieta contendo carboidrato na ração tiveram melhor desempenho que os peixes com ausência de carboidratos nas dietas.

Dentre os peixes nativos o Tambaqui (*Colossoma macropomum*) vem ganhando espaço no mercado por ser rústico, rápido crescimento e fácil adaptação a ambientes com baixa oxigenação (MELO et al., 2001). Com isto, pesquisas e técnicas voltadas à nutrição desta espécie é imprescindível para a viabilização econômica, sustentável e que avalie os sintomas e indique o estado de saúde do animal. Análises hematológicas e metabólicas mesmo não sendo muito utilizada para avaliar dietas em peixes surgem como alternativa eficiente para elaboração de dietas nutricionalmente completas que promova o desenvolvimento das espécies sem que haja estresse e/ou danos à saúde.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Piscicultura no Brasil

O Brasil produz aproximadamente 2 milhões de toneladas de pescado sendo 40% cultivados (BRASIL, 2014a). A atividade gera um produto interno bruto (PIB) pesqueiro de R\$ 5 bilhões, mobiliza 800 mil profissionais entre pescadores e aquicultores e proporciona 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos (BATISTA, 2013). O potencial brasileiro é enorme e o país pode se tornar um dos maiores produtores mundiais de pescado. Essa atividade já apresentou significativo crescimento nos últimos anos, passando de 278 mil toneladas em 2003 para 415 mil em 2009, o que equivale a 35% de incremento em menos de uma década.

A produção da piscicultura atingiu 60,2% de crescimento apenas entre 2007 e 2009 (BRASIL, 2010). O Brasil possui condições extremamente favoráveis para incrementar a sua produção aquícola.

O Brasil é um dos poucos países que tem condições de atender à crescente demanda mundial por produtos de origem pesqueira, sobretudo por meio da aquicultura. Segundo a FAO (2012) o Brasil poderá se tornar um dos maiores produtores do mundo até 2030, ano em que a produção pesqueira nacional teria condições de atingir 20 milhões de toneladas.

Atualmente, cada região brasileira vem se especializando em determinados tipos de pescado. Na Região Norte, predominam peixes como tambaqui e pirarucu (CAVERO et al., 2009). No Nordeste, a preferência é por tilápia e camarão-marinho. No Sudeste, a tilápia tem grande presença na aquicultura. No Sul, predominam carpas, tilápias, ostras e mexilhões. Já no Centro-Oeste os destaques são tambaqui, pacu e pintados.

Nos Parques Aquícolas continentais os peixes preferidos são a tilápia, o pacu, o tambaqui e a pirapitinga. A legislação brasileira limita a criação de espécies exóticas nos diferentes corpos d'água, exceto quando a espécie já esteja comprovadamente detectada em uma bacia hidrográfica (BRASIL, 2014b). Com base nos dados de produção e potencial de crescimento da piscicultura no Brasil, pesquisas que envolvam nutrição, sanidade, produtividade, sustentabilidade e incentivo à produção de peixes nativos faz com que o tambaqui torne-se objeto importante para protagonizar estudos que promovam seu potencial produtivo, objetivando produzir com qualidade, rentabilidade e sem desperdício.

2.2 Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O tambaqui (Figura 1) é considerado uma espécie de grande potencial para a criação intensiva (LOPERA-BARRERO et al., 2011). E devido a sua rusticidade, apresenta bom

desempenho em sistemas de alta densidade de estocagem (CHAGAS et al., 2007). Esta espécie nativa foi a mais cultivada no Brasil com uma produção de 54.313,1 toneladas em 2010 e um crescimento de 39% de 2008 a 2010 (BRASIL, 2012). O tambaqui é nativo da bacia Amazônica, apresenta hábito alimentar onívoro, alimentam-se de zooplâncton, sementes e frutos. Crescimento rápido (VILLACORTA-CORREA, 1997), de fácil adaptação a ambientes com baixa concentração de oxigênio, são características da espécie. Ele oferece bom desempenho para cultivo em diferentes sistemas de criação intensiva (MELO et al., 2001).

Figura 1 - Tambaqui (*Colossoma macropomum*)



Fonte: Pesqueiro Osato

Por apresentar alto valor comercial e boa aceitação pelo consumidor, a criação do tambaqui tem sido impulsionada nacionalmente (GARCEZ, 2009), o que despertou interesse dos setores privados e governamental (RESENDE, 2009). Com isso, o tambaqui tem sido objeto de estudo, com o intuito de desenvolver técnicas para cultivo e manejo, que visam o aumento do desempenho zootécnico e econômico (CHAGAS et al., 2007).

2.3 Alimentos alternativos como fonte de carboidrato

A necessidade de exploração e uso sustentável dos recursos naturais do semiárido brasileiro é indispensável, tendo em vista a realidade de adaptação no setor agropecuário no atual cenário de mudanças climáticas (CAMPECHE et al., 2014). Muitas são as opções de espécies vegetais nativas próprias para aproveitamento agropecuário, entre elas a banana.

A banana é produzida pela maioria dos países tropicais, sendo uma fonte de renda e nutrientes (SANTOS et al., 2010). Sua viabilidade consiste em: fácil cultivo, produção após o primeiro ano de cultivo prolongando-se por cinco a dez anos, qualidade nutricional e sabor agradável (NETO et al., 1998). São mais de 22 espécies com mais de 100 subespécies

pertencentes ao gênero *Musa* produzidas em quase toda América Latina (COSTA et al., 2002). Os valores da composição bromatológica da banana pacovã estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição bromatológica da banana pacovã.

BANANA PACOVÃ	(g/100g)
Umidade*	70,53
Matéria seca*	29,47
Proteínas**	1,2
Lipídeos**	0,1
Fibras**	2,0
Cinzas**	0,7
Açúcares total**	15,42
Açúcares redutores**	12,92
Açúcares não redutor**	3,4

*Germino; Campos; Melo (2015);**Ribeiro et al. (2012)

O vale do São Francisco é reconhecidamente um grande produtor de fruta, com destaque para manga, (*Mangifera indica L.*) e banana (*Musa spp*). Nutricionalmente as frutas são uma excelente fonte de antioxidantes, possuindo expressivos níveis de betacaroteno e de vitaminas A e C (GERMINO; CAMPOS; MELO, 2015). A banana é a fruta de maior consumo mundial depois dos cítricos, fazendo-se presente na dieta das diferentes camadas sociais, seja pela sua importância nutritiva, seja em função do seu preço acessível ao público consumidor e, sobretudo, pelo seu sabor. Índia, Brasil e Equador são os maiores produtores mundiais de banana (680 mil, 491 mil e 216 mil hectares, respectivamente em 2004) segundo dados da FAO (2006).

O Brasil é um dos maiores produtores mundial de frutas que são destinadas para o consumo *in natura* bem como para a indústria de processamento, apesar disto, há uma grande perda no período pós-colheita (período da colheita até o consumo do produto), gerando um acúmulo de grandes volumes de resíduos agrícolas e agroindustriais advindos destes processos causando contaminação do ambiente devido a um armazenamento inadequado.

A avaliação e utilização de ingredientes convencionais ou alternativos na nutrição animal devem ser feita de forma cuidadosa, devidos alguns alimentos de origem vegetal que podem conter fatores antinutricionais como taninos. De acordo com Pinto et al (2001) estes fatores podem interferir na biodisponibilidade e digestibilidade de alguns nutrientes, e dessa forma prejudicar o desempenho do animal. Entretanto, tem se buscado o conhecimento da qualidade e viabilidade de uso desses resíduos (PEREIRA et al., 2009). É importante que os

produtos e coprodutos avaliados estejam disponíveis em quantidades e com preço que sejam atrativos para as fábricas de rações (HISANO; PORTZ, 2007).

O aproveitamento dos frutos rejeitados pelos consumidores em feiras livres e supermercados torna-se vantajoso quando não prejudique o desenvolvimento do peixe e o custo seja relativamente menor em comparação a ingredientes tradicionais utilizados em rações. Alguns estudos mostram que peixes alimentados com ingredientes alternativos não prejudicaram o seu desenvolvimento.

Campeche et al. (2014) substituindo o milho por farelo de licuri não obtiveram diferença significativo nos parâmetros de desempenho de peso final, ganho de peso, conversão alimentar, eficiência alimentar em dietas para tambaqui. Pereira Junior et al. (2013) concluíram que o milho pode ser substituído em até 100% pela farinha de crueira sem prejudicar o desempenho dos tambaquis. Goulart et al. (2013) relataram que a farinha de linhaça pode substituir a farinha de carne e ossos sem causar problemas no desempenho zootécnico de jundiás. Alguns estudos com fontes alternativas de carboidratos estão dispostas na Tabela 2.

Tabela 2 - Estudos realizados com fontes alternativas de carboidratos em dietas para peixes.

Alimento	Espécie	Nutriente/Substituição	Fonte
Farelo de babaçu	Tambaqui	Carboidrato	LOPES et al. (2010)
Farinha de manga s/ casca	Tilápia	Carboidrato	MELO et al. (2012)
Farinha de manga c/ casca	Tilápia	Carboidrato	SOUZA et al. (2013)
Farelo de algaroba	Tilápia	Carboidrato	SILVA et al. (2015)
Farelo de resíduo de abacaxi	Tilápia	Carboidrato	LIMA et al. (2012)
Uva, laranja, goiaba e figo	Piava	Carboidrato	LAZZARI et al. (2015)

Fonte: Germino, 2016

Para se obter bons resultados em cultivos comerciais de peixes, o alimento consumido pelas espécies deve conter todos os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento (PEREIRA JUNIOR et al., 2013).

2.4 Proteína em ração para peixe

Os peixes sintetizam glicose e gordura a partir do esqueleto de carbono dos aminoácidos (WOOD, 1993). Segundo Stone et al. (2003), em dietas altamente proteicas, os peixes transformam excessos de aminoácidos em compostos energéticos, através da gliconeogênese. A proteína é o nutriente mais caro em dietas para organismos aquáticos, sendo sua principal fonte a farinha de peixe, que possui um custo elevado quando comparado aos ingredientes proteicos de origem vegetal (SANTOS et al., 2009).

O metabolismo proteico ocorre principalmente no fígado, a proporção de proteína metabolizada depende da exigência da espécie, da quantidade de proteína da dieta e da energia disponível de fontes como gordura e carboidratos (HERPHER, 1988). A utilização de aminoácidos para formação de energia é desencadeada pela carência de carboidratos e lipídeos na dieta, por isso faz-se necessário elaborar dietas que atendam as exigências proteicas e energéticas. Os peixes degradam proteína para obter aminoácidos que servirão para manutenção das funções vitais e desenvolvimento.

Aminoácidos são divididos em essenciais e não essenciais e exercem várias funções, dentre elas estão produção de energia, estrutural, hormonal, transporte, sistema imune e formação de energia. Os aminoácidos excedentes são excretados no meio ambiente na forma de amônia e servem como substrato para microorganismos aquáticos (FERNÁNDEZ et al., 2007).

Compostos nitrogenados são formados a partir de aminoácidos, tais como: Purina (glicina e glutamina), poliaminas e compostos metélicos (arginina e metionina), catecolaminas (fenilalanina), hormônios da tireóide (tirosina), carnitina (lisina), creatina (arginina ou glicina), histamina (histidina), taurina (cistina) e serotonina (triptofano).

Normalmente, o aminoácido limitante em dietas para peixes é a lisina, principalmente quando a proteína animal é substituída por proteína de origem vegetal (MAI et al., 2006). Li et al. (2008), descrevem que o desempenho dos peixes sofre interferência direta com a falta de lisina. Outros aminoácidos também são considerados limitantes em dietas para peixes, como a metionina, encontrados principalmente em fontes de proteínas de origem animal (MAI et al., 2006). Em dietas para tambaqui, a exigência de proteína bruta ainda não está bem definida, autores divergem quanto à necessidade desse nutriente.

Estudos realizados despontaram que juvenis de tambaqui (5-25g) apresentaram crescimento rápido quando o teor de proteína bruta aumentou para 50% (ECKMAN, 1987; LUNA, 1987; HERNAO e GRAJARES, 1989; HERNÁNDEZ et al., 1995; VAN DER MEER et al., 1995). Os mesmos autores relataram resultados contraditórios (menor exigência em proteína) com tambaquis maiores que 25g, demonstrando que as concentrações exigidas de proteína bruta na dieta diminuem com o desenvolvimento do tambaqui. A proposta de pesquisadores para tambaqui com mais de 100g é de 20-25% de proteína bruta e teor de energia de 2800-3500 kcalED/kg (HERNÁNDEZ et al., 1992).

Alguns valores de exigência de proteína bruta em peixes onívoros tambaqui e pacu estão descritos na Tabela 2.

Tabela 3 - Exigência de proteína bruta em peixes onívoros tambaqui e pacu nas fases de juvenil e alevino.

Espécie	Exigência PB%	Fase de produção	Fonte
Tambaqui	36	juvenil	SANTOS et al. (2009)
	25	juvenil	VIDAL JUNIOR et al. (1998)
	30	juvenil	OISHI et al. (2010)
	25 - 35	juvenil	DE ALMEIDA et al. (2011)
	24	alevino	CAMARGO et al. (1998)
	25 ou 27	alevino	GUTIÉRREZ et al (2010)
	18	alevino	MACEDO (1979)
Pacu	25	juvenil	SIGNOR et al. (2010)
	22	juvenil	FERNANDES et al. (2001)
	26	alevino	FERNANDES et al. (2000)

Fonte: Germino, 2016

2.5 Carboidratos em ração para peixe

Segundo Wilson (1994), a inclusão de carboidrato em dietas para peixes assegura que outros nutrientes não sejam utilizados como fonte de energia, não existindo exigências para carboidratos em rações para peixes, mas seu uso melhora a retenção proteica e diminui a liberação de nitrogênio no meio ambiente. Para Hilton et al. (1987), o nível ideal de carboidrato na dieta é o que não altere o desempenho zootécnico e metabólico do animal, poupe a proteína e reduza os custos. O carboidrato é a fonte energética de menor custo na alimentação de peixes (SILVEIRA et al., 2009)

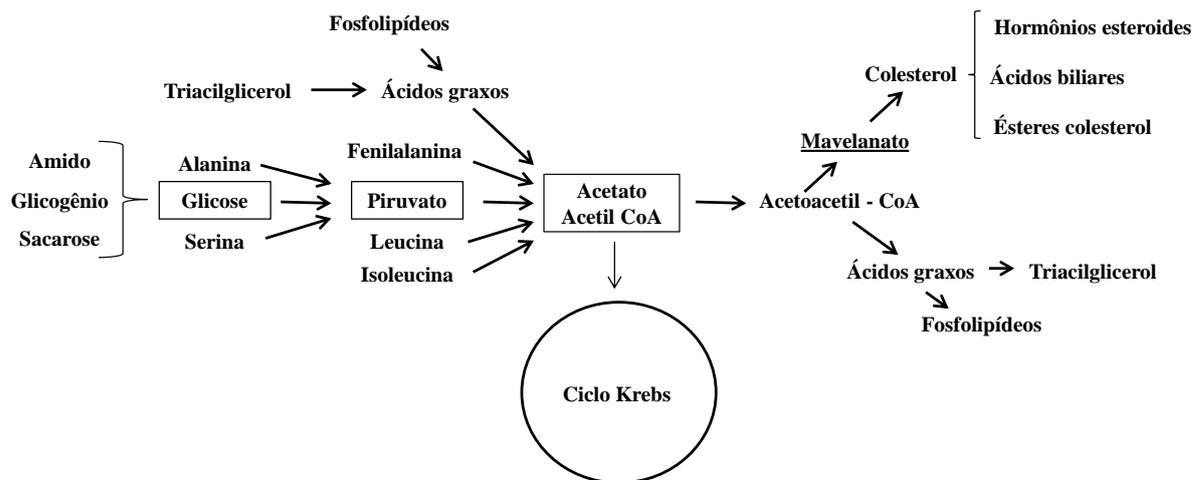
Carboidratos reduzem a atividade gliconeogênica, evitando que aminoácidos sejam oxidados (COWEY et al., 1977). Indústrias de rações usam quantidade acima de 20% de amido para garantir o processo de expansão das moléculas de amido através da extrusão (SOUZA, 2015). A principal fonte de carboidrato para elaborar dietas para peixes é o milho, composto principalmente por amido. O amido é formado por dois polímeros de glicose, Amilose e Amilopectina (LEHNINGHER et al., 2004), com 20-30% Amilose e 70-80% amilopectina (GALLANT et al., 1992).

O amido originado de leguminosas apresenta maior quantidade de amilose e, são mais sensíveis à formação de amidos resistentes, ocasionando menor digestão e absorção em relação aos amidos de cereais (LEE et al., 1985). Os carboidratos não são utilizados de forma eficiente pelos peixes, e algumas hipóteses são levantadas para explicar essa baixa utilização, como inadequada regulação da homeostase da glicose atribuída ao desbalanço entre a glicólise e gliconeogênese hepática (ENES et al., 2009), ausência de transportadores de glicose no músculo de peixe (WRIGHT et al., 1998), maior efeito dos aminoácidos na

secreção de insulina (MOMMSEM e PLISETSKAYA, 1991), baixo número de receptores de insulina no músculo de peixes, comparado a ratos (HEMRE et al., 2002), e limitada capacidade de fosforilação da glicose no tecido muscular (COWEY e WALTON, 1989).

As vias do metabolismo para formação de energia a partir de carboidratos, aminoácidos e gorduras e de síntese de moléculas (Figura 2).

Figura 2 - Perfil metabólico.



Fonte: Germino, 2016 (adaptado de Lehninger, 2004)

2.6 Intermediários Metabólitos e hematologia

Kolkovski (2001) relatou ser de fundamental importância conhecer os processos digestivos de cada espécie para elaborar corretamente uma dieta com alimentos nutricionalmente completos. Os parâmetros bioquímicos metabólicos e hematológicos são ferramentas úteis para determinar as características sanguíneas dos peixes, auxiliando na identificação de estresse ou enfermidade. Tavares-Dias e Moraes (2007) reconheceram que intermediários metabólito e hematologia são de extrema importância para o manejo e manutenção dos peixes, pois fornecem informações importantes sobre condições fisiológicas, sanidade, relação filogenética, condições alimentares e outros parâmetros ecológicos. Análise de parâmetros fisiológicos e bioquímicos de digestão e metabolismo são empregada para evitar o desperdício de alimento e baixa produção do pescado, otimizando o uso de energia durante o processo de metabolização dos nutrientes (MELO, 2004).

Sabe-se que o desempenho dos animais é verificado por algumas variáveis zootécnicas como crescimento corporal, ganho em peso, conversão alimentar, taxa de eficiência proteica entre outras, entretanto têm-se proposto outras ferramentas como análise de metabólitos e

parâmetros hematológicos que permitem melhor entendimento sobre o aproveitamento das dietas, sendo indicativos do estado nutricional dos animais (LUNDESTDT, 2003).

Entre os metabólicos avaliados na produção animal, as proteínas totais e albumina estão diretamente relacionadas com o estado nutricional e qualidade do alimento, uma redução nesses valores pode ser indicativo de patologia podendo prejudicar o desenvolvimento dos animais (GOMINHO-ROSA et al., 2015). Outra interpretação para a redução da proteína plasmática pode ser decorrente da sua degradação e utilização no metabolismo (KAVITHA et al., 2012). A glicose plasmática também é um importante índice, sua variação pode indicar estresse, estado nutricional, estado reprodutivo, tamanho, idade, peso e temperatura ambiental. Outro metabólico importante é o colesterol, por ser componente estrutural de membrana celular e precursores de ácidos biliares endógenos, vitamina D e hormônios esteroides (CHAMPE et al., 2010).

A hematologia atua como ferramenta que permite identificar as respostas dos peixes frente a densidade, ocorrência de endo e ectoparasitas, exposição a fungos e bactérias, alteração nas condições da qualidade ambiental, presença de agentes tóxicos, danos provocados por manejos periódicos inadequados, além de dieta não balanceada. O hemograma divide-se em três partes: Eritrograma, leucograma e trombograma (RANZANI-PAIVA et al., 2013).

O eritrograma consiste na contagem de eritrócitos, determinação de hematócrito e da taxa de hemoglobina e cálculos dos índices hematimétricos de volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) (RANZANI-PAIVA et al., 2013). Eritrócitos são células mais abundantes da circulação, sua principal função é o transporte de oxigênio e gás carbônico por meio da combinação da hemoglobina com O_2 , formando oxihemoglobina nos órgãos respiratórios e posteriormente ocorrendo à troca pelo CO_2 tecidual (RANZANI-PAIVA, 2007). O percentual de hematócrito é a proporção de eritrócitos no sangue em relação à quantidade de leucócitos, trombócitos e plasma sanguíneo e a taxa de hemoglobina é um dos meios mais simples e usuais de verificar ocorrência de anemias (RANZANI-PAIVA et al., 2013).

Algumas enzimas são utilizadas como ferramentas de identificação do estado de saúde e nutricional do animal, estudos com essas enzimas têm crescido bastante para desenvolver dietas com menores custos e maior aproveitamento dos nutrientes, entre essas enzimas estão a glutamato desidrogenase (GDH) e a aspartato aminotransferase (AST). A GDH atua principalmente no fígado, mas apresentam-se também nos rins. Está localizada na mitocôndria onde tem início as reações que fornecem substrato para o ciclo da ureia. Essa enzima catalisa

a incorporação de amônia, como grupo amino no alfa-cetoglutarato gerando glutamato, utilizando o NADPH como coenzima e consumindo ATP (TENNANT, 1997). Considerada uma desaminase, onde o aminoácido libera o seu grupo amina na forma de amônia e se transforma em um cetoácido. Nos estudos de nutrição animal servem como indicativo da utilização dos aminoácidos para formar energia.

Outra enzima utilizada para identificação do estado nutricional de animais de produção é a AST (BURTIS e ASHWOOD, 2005). Considerada enzima de transaminação, caracterizada pela transferência do grupo amino de um aminoácido para um alfa-cetoácido, catalisa especificamente a transferência do grupo amina do ácido aspártico formando glutamato e oxaloacetato. Servem também como indicativo de degradação de proteína para formação de energia ou degradação tecidual (TADICH et al., 2000).

Ferramentas bioquímicas e hematológicas tornam-se extremamente importante para avaliar o estado nutricional dos animais de produção, e sua utilização auxilia na elaboração de dietas eficientes e nutricionalmente completas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Preparação do sistema

Utilizou-se 12 juvenis de tambaquis com peso médio de $15,5g \pm 2,2g$ distribuídos em 12 caixas de PVC com capacidade de 1000L e 10 peixes em cada unidade experimental (Figura 2). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e três repetições. As instalações foram constituídas de um sistema fechado com recirculação de água com biofiltro (Figura 3). As caixas eram sifonadas (Figura 4) diariamente para retirada das sobras de rações e fezes. Os parâmetros físico-químicos de qualidade de água foram avaliados durante o experimento.

Figura 3 - Unidades experimentais constituídas de doze caixas de PVC com volume de 1000L instaladas em sistema de recirculação.



Fonte: Germino, 2016

Figura 4 - Biofiltro em sistema fechado de recirculação de água.



Fonte: Germino, 2016

Figura 5 - Sifonagem realizada diariamente.



Fonte: Germino, 2016

3.2 Cálculo e preparação das dietas experimentais

A formulação e composição bromatológica calculada das dietas estão descritas na Tabela 4,5. As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais da espécie. Foram calculadas e formuladas quatro dietas com diferentes proporções proteína bruta/fubá de milho (PB/FM) e quatro dietas proteína bruta/banana *in natura* (PB/BI).

Os ingredientes (Figura 5A, B) utilizados na formulação foram triturados, pesados, misturados, umedecidos, e peletizados (Figura 6) em processador de carne tipo moedor e

levado à estufa (Figura 7) por 24 horas a 55°C. Depois da secagem as rações foram trituradas para formação dos peletes de 2 mm.

Tabela 4 - Composição percentual e bromatológica estimados das dietas com fubá de milho como fonte de carboidrato utilizada na alimentação de tambaquis juvenis.

Ingredientes	Tratamentos (<i>em percentagem</i>)			
	30/30	28/36	26/42	24/48
Farelo de soja 45% PB	48,44	38,64	23,82	8,68
Farinha de Peixe 55% PB	11,42	15,21	22,85	30,63
Fubá de milho	30,00	36,00	42,00	48,00
Óleo de Soja	7,13	7,59	8,77	10,04
Premix App	2,00	2,00	2,00	2,00
Vitamina C	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal Comum	0,50	0,50	0,50	0,50
Fosfato Bicálcico	0,45	-	-	-
BHT ¹	0,01	0,01	0,01	0,01
DL-METIONINA	-	-	-	0,0508
L-LISINA HCL	-	-	-	0,0347
TOTAL	100	100	100	100
<i>Composição bromatológica calculada na matéria seca (em percentagem)</i>				
Proteína bruta	30,00	28,00	26,00	24,00
Energia bruta kcal/kg	4200	4200	4200	4200
Matéria mineral	7,66	7,86	7,453	8,171
Matéria seca	94,91	94,22	94,94	93,96
Fibra bruta	2,90	2,36	1,54	0,70
Carboidratos totais	50,44	51,46	50,98	50,03
Cálcio	0,93	1,04	1,45	1,88
Fósforo	0,80	0,80	1,00	1,20

1. Butil-Hidroxitolueno.

Tabela 5 - Composição percentual e bromatológica estimados das dietas com banana *in natura* como fonte de carboidrato utilizada na alimentação de tambaquis juvenis.

Ingredientes	Tratamentos (<i>em percentagem</i>)			
	30/30	28/36	26/42	24/48
Farelo de soja 45% PB	57,82	50,04	29,19	34,37
Farinha de Peixe 55% PB	3,74	5,92	18,14	10,36
Banana in natura % MS	30	36	42	48
Óleo de Soja	3,70	3,51	6,34	3,10
Premix App	2,00	2,00	2,00	2,00
Vitamina C	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal Comum	0,50	0,50	0,50	0,50

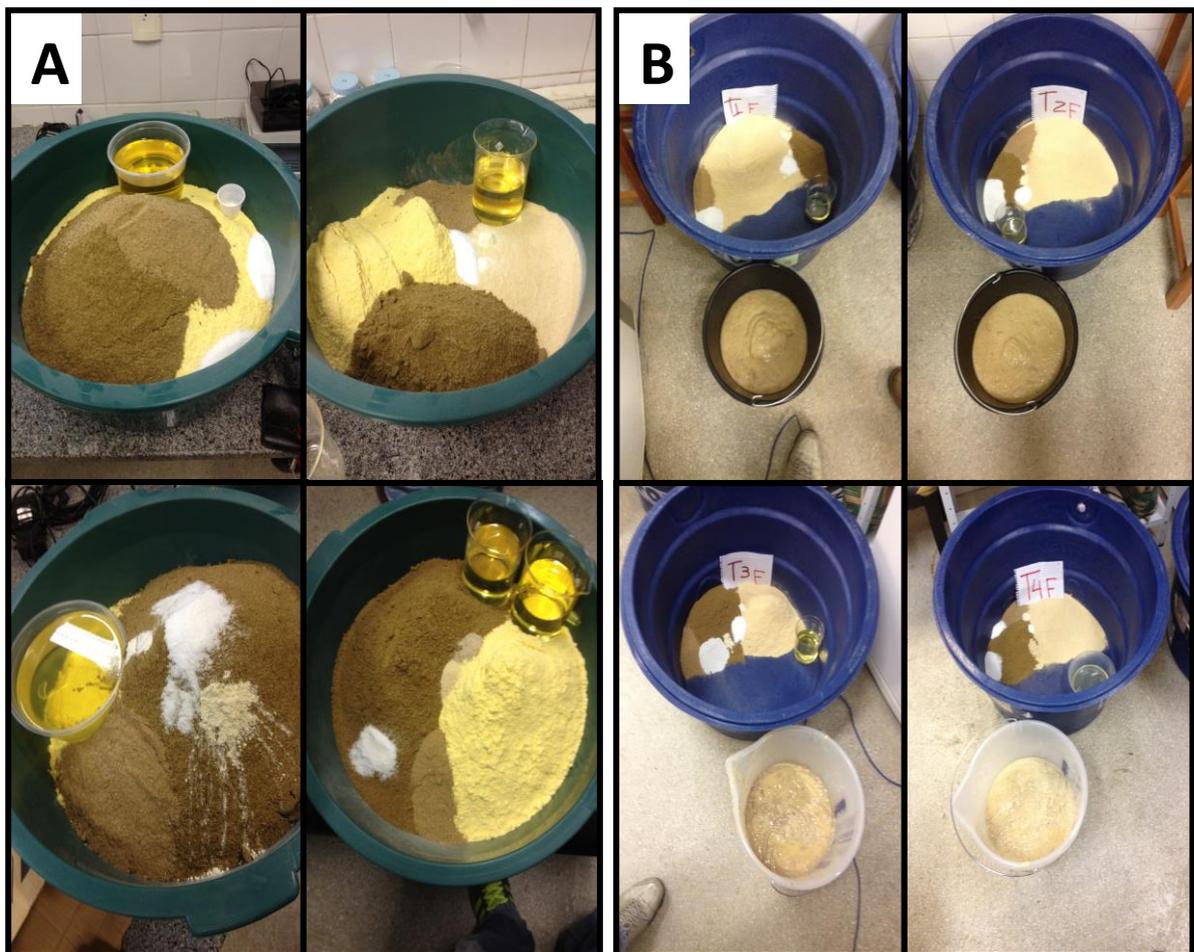
Fosfato Bicálcico	1,72	1,51	1,32	1,11
BHT ¹	0,01	0,01	0,01	0,01
L-LISINA HCL	-	-	-	0,046
TOTAL	100	100	100	100

Composição bromatológica calculada na matéria seca (em percentagem)

Proteína bruta	30,00	28,00	26,00	24,00
Energia bruta (kcal/kg ⁻¹)	4200	4200	4200	4200
Matéria mineral	8,95	8,71	9,33	8,22
Matéria seca	91,67	92,41	89,31	89,33
Fibra bruta	3,45	3,00	1,85	2,11
Carboidratos totais	35,51	33,55	26,81	29,57
Cálcio	0,84	0,89	1,52	1,01
Fósforo	0,80	0,80	1,10	0,80

1. Butil-Hidroxitolueno.

Figura 6 - (A ;B) – Ingredientes utilizados nas rações com fubá de milho (A) e banana *in natura* (B) como fontes de carboidrato nas dietas para tambaquis.



Fonte: Germino, 2016

Figura 7 - Peletização em processador de carne tipo moedor.



Fonte: Germino, 2016

Figura 8 - Secagem das rações em estufa de recirculação por 24 horas a 55°C.



Fonte: Germino, 2016

3.3 Manejo alimentar e desempenho zootécnico

Os animais foram alimentados *ad libitum* por 60 dias e a alimentação foi fornecida duas vezes ao dia nos horários de 08:00 e 16:00 horas. Ao término do experimento, realizou-se a pesagem dos peixes para análise de desempenho zootécnico dos alevinos obtendo os seguintes parâmetros.

Ganho de Peso Médio Total (GPMT, g) = Peso médio final (g) – Peso médio inicial (g).

Ganho de Peso Médio Diário (GPMD) = Ganho de Peso Médio Total (g)/Tempo de duração do experimento (dias).

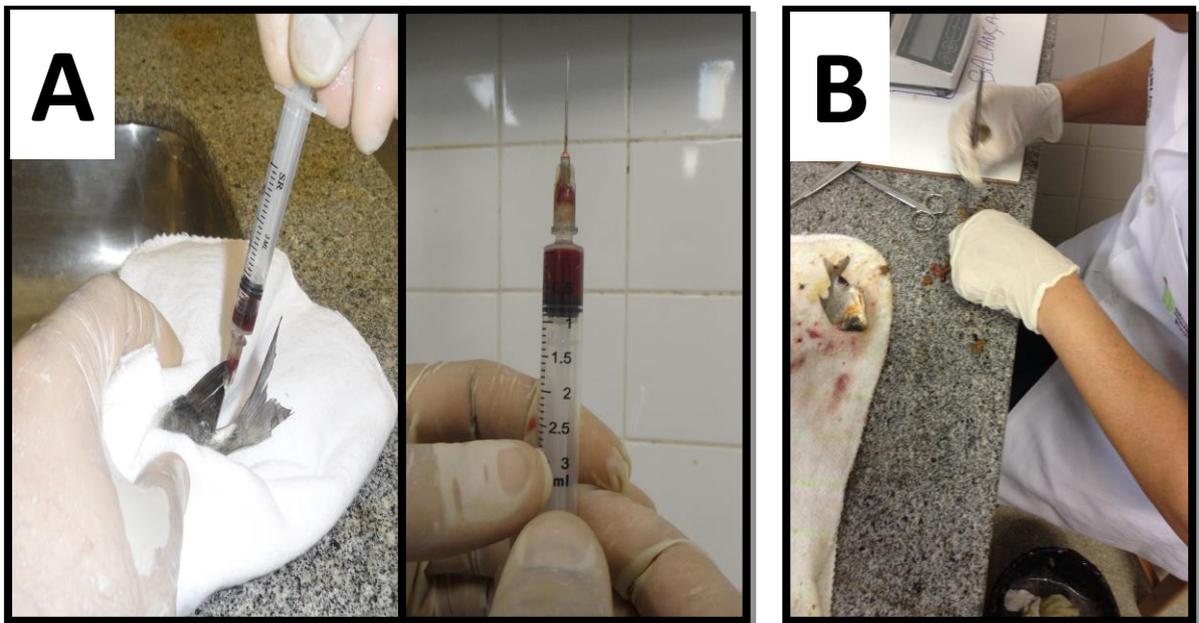
Conversão Alimentar Aparente (CAA) = Consumo de ração (g)/ganho de peso (g)

Biomassa Total = Biomassa inicial – Biomassa final

3.4 Coleta de material biológico

Foram amostrados 6 animais de cada tratamento para coleta de sangue através de punção vaso caudal (Figura 8A, B) realizado com seringas heparinizadas. Antes da eutanásia, os animais foram anestesiados com benzocaína (1g/10L) e em seguida coletado fígado. Todos os procedimentos experimentais foram autorizados pelo Comitê de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf – PE, protocolo número 0016/140415.

Figura 9 - (A;B) - Coleta de sangue através de punção vaso caudal (A) e coleta do fígado (B) após eutanásia.



Fonte: Germino, 2016

3.5 Determinação dos parâmetros hematológicos

Para a hematologia foram os parâmetros de hematócrito (Ht), contagem de eritrócitos, hemoglobina (Hb), e através desses dados calculou-se o volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM). O Ht foi realizado em tubos de microhematócrito após centrifugação. A concentração de Hb pelo método da cianometahemoglobina, utilizando o reagente de Drabkin. A contagem de eritrócitos foi feita em câmara de Neubauer, utilizando o reagente de NATT e HERRICK (1952). Os cálculos dos parâmetros hematológicos foram estimados conforme fórmulas a seguir:

VCM = Hematócrito * 10 / N° de Eritrócitos (* 10⁶ μL⁻¹) = fL

HCM = Taxa de Hemoglobina * 10 / N° de Eritrócitos = pg

CHCM = Taxa de concentração de Hemoglobina * 100 / Hematócrito = g/dL⁻¹

3.6 Determinação do perfil metabólico

Para análise de metabólitos, foi necessário a obtenção do plasma sanguíneo com a centrifugação do sangue por 5 minutos a 5.000 rpm, após centrifugação, os plasmas foram estocados a -20° C. Utilizou-se o plasma para determinação da glicose (mg/dL), albumina (g/dL), triglicerídeos (mg/dL) e colesterol total (mg/dL) por meio colorimétrico dos reagentes (Labtest[®]). Os aminoácidos totais livres foram determinados segundo metodologia de COPLEY (1941), utilizou-se um padrão de glicina 1mm, tendo ninhindrina 0,1 em álcool isopropílico como substrato, e as leituras realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 570nm.

Para determinar a atividade das enzimas Glutamato Desidrogenase (GDH) e Aspartato Amino transferase (AST), amostras de fígado foram homogeneizados, com peso aproximado de 100mg em tampão (10 mM fosfato / 20 mM tris-pH 7,0) a 4°C, utilizando homogeneizador mecânico. A determinação da atividade de AST foi feita por meio colorimétrico dos reagentes (Labtest[®]). A leitura da atividade da enzima foi realizada em Comprimento de onda de 360 nm.

A atividade da enzima GDH foi determinada segundo HOCHASCHKA et al. (1978), baseada na redução de 2-cetoglutarato em glutamato. A reação foi determinada utilizando tampão imidazol-HCl pH 7,7- 50 mM, acetato de amônio 250 mM, NADH 0,1 mM, ADP 1 mM, NADP 0,5 mM, 2-cetoglutarato 5 mM. Para realização da atividade da enzima, utilizou-se 50 μL do homogenizado e a leitura foi realizada em comprimento de onda de 360 nm.

Para determinação do glicogênio hepático, as amostras de fígado foram pesadas na proporção de 0,50g a 0,60g e em seguida transferidas para tubos de ensaio. Neste tubo foram adicionados 1,0 mL de KOH 6,0N e incubado por 1 a 2 minutos em banho-maria a 100° C. Depois de dissolvido os tecidos, 100 μL deste extrato foi transferido para um tubo e adicionado 250 μL de etanol e 100 μL de K₂SO₄ 10 % seguidos de agitação. Logo após, a amostra foi centrifugada a 3.000 rpm por 3 minutos. Posteriormente, o sobrenadante foi descartado por inversão e o precipitado re-suspendido em 2 mL de água destilada, após a mistura realizou-se a transferência de 100 μL da amostra, 250 μL de fenol e 1 mL de H₂SO₄ para parar a reação, posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 480 nm.

3.7 Determinação da atividade das enzimas digestivas

Para determinação de atividades das enzimas digestivas, os tecidos foram homogeneizados em tampão (10 mM fosfato / 20 mM tris-pH 7,0) durante 10 minutos (4°C), utilizando um homogeneizador (Marconi). Os sobrenadantes foram utilizados nos ensaios enzimáticos.

A atividade de amilase foi estimada segundo o método proposto por Bernfeld (1955) modificado por Hidalgo et al. (1999). Em 1,0mL de solução de amido em tampão Tris 0,1M (pH 7,0), contendo NaCl 0,02M, foi adicionado volume adequado de homogeneizado celular, sendo a mistura da reação incubada por 40 minutos a 25°C. Decorrido o tempo de reação, foi adicionado 250 µL de ácido tricloro acético (TCA) 15%, sendo a mistura da reação centrifugada a 3000 x g por 2 minutos. No sobrenadante foi estimada a concentração de glicose pelo método de Park e Johnson (1949).

Na determinação da atividade proteolítica alcalina foi utilizada solução de caseína 1% como substrato da reação. A mistura de incubação foi composta de 250 - 400 µL de azocaseína 1%, tampão Tris/HCl 0.1 M (pH 8.0). Após a incubação da mistura por 30 minutos à 35°C, a reação foi interrompida pela adição de 1.0 mL de TCA 15 %, depois foi centrifugada a 1.800g por 10 minutos (Walter, 1984). Foi utilizada tirosina como padrão e a unidade de atividade enzimática será definida como a quantidade de enzima necessária para catalisar a formação de 1µg de tirosina por minuto.

A atividade de lipase não específica foi determinada segundo método descrito por Gawlicka et al. (2000). A reação era incubada a 35 °C em meio contendo 0,4 mM p-nitrofenil meristato em solução tampão 24 mM de bicarbonato de amônio pH 7.8 e 0,5% Triton X-100. Após 30 minutos, as reações eram interrompidas pela adição de NaOH 25 mM. A leitura em espectrofotômetro foi realizada a 405 nm.

3.8 Análise estatística

Delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 3 repetições. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey para comparação entre as médias com nível de significância de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R.L.B.; WAGNER, R.L.; MAHL, I.; MARTINS, R.S. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural.**, v.35, p.198-203, 2005.

- ANA – Agência Nacional das Águas. **A Questão da Água no Nordeste** / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, p.432, 2012.
- BATISTA, A. **A contribuição da piscicultura para as pequenas propriedades rurais em Dourados - MS**. 93p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em agronegócios – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.
- BERNFELD, P. Amylases α e β : colorimetric assay method. In: Colowich, S.P.; Kaplan, N. O. **Methods in Enzymology** (Eds). New York: Academic Press p.149 – 154, 1955.
- BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) – **Produção**. Publicado: 18 de Junho de 2014a. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/aquicultura/producao>>. Acesso em: 02 nov. 2015.
- BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) – **Espécies cultivadas**. Publicado: 18 de Junho de 2014b. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/aquicultura/especies-cultivadas>>. Acesso em: 02 nov. 2015.
- BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) – **Potencial brasileiro**. Publicado: 18 de Junho de 2014c. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/aquicultura/potencial-brasileiro>>. Acesso em: 02 nov. 2015.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim da Pesca e Aquicultura: Brasil 2010**. Brasília, 2010. 129p.
- BURTIS, C.; ASHWOOD, E. **Tietz Fundamentals of Clinical Chemistry**. v.5, p.1091, 2005.
- CAMARGO, A.C.S.; VIDAL JÚNIOR, M.V.; DONZELE, J.L.; ANDRADE, D.R.; SANTOS, L.C. Níveis de energia metabolizável para tambaqui (*Colossoma macropomun*) dos 30 aos 180 gramas de peso vivo.1. Composição das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.409-415, 1998.
- CAMPECHE, D.F.B.; MELO, J.F.B.; BALZANA, L.; SOUZA, R.C.; FIGUEIREDO, R.A.C.R. Farelo de licuri em dietas para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.2, p.539-545. 2014.
- CAVERO, B.A.S.; RUBIM, M.A.L.; PEREIRA, T.M. **Criação comercial do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)**. In: TAVARES-DIAS, M. (Ed.). Manejo e Sanidade de peixes em cultivo. 1º ed. Amapá: EMBRAPA, 2009. p.33-46.
- COSTA; N. L. et al. **Utilização da Banana na Alimentação Animal**. MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) 2002.

- COWEY, C.B.; WALTON, M.J. Intermediary metabolism. In: HALVER, J.E. (Ed.). **Fish Nutrition**. 2nd ed. New York: Elsevier Science, p.260-329, 1989.
- COWEY, C.B.; DE LA HIGUERA, M.; ADRON, J.W. The effect of dietary composition and of insulin on gluconeogenesis in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **British Journal of Nutrition**, v.38, p.385-395, 1977.
- CHAGAS, E.C.; GOMES, L.C.; JUNIOR, H.M.; ROUBACH, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. **Ciência Rural**, v.37, p.1109-1115, 2007.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A.; FERRIER, D.R. **Bioquímica ilustrada**. 4 ed. Porto Alegre: ArtMed, 2010.
- DE ALMEIDA, L.C.; AVILEZ, I.M.; HONORATO, C.A.; HORI, T.S.F.; MORAES, G. Growth and metabolic responses of Tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed different levels of protein and lipid. *Aquac. Nutr.*, n.2, v.17, p.253-262, 2011.
- DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish Nutrition in Aquaculture**. Ed. Chapman & Hall, London. 1995. 319p.
- ECKMAN, R. Grow and body composition of juvenile *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Characoidei) feeding on artificial diets. **Aquaculture**. v.64, p.293-303, 1987.
- ENES, P.; PANSERAT, S.; KAUSHIK, S.; OLIVA-TELES, A. Effect of normal and waxy maize starch on growth, food utilization and hepatic glucose metabolism in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, New York, v.143, n.1, p.89-96, 2009.
- FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.646-653, 2000.
- FERNÁNDEZ, F.; MIQUEL, A.G.; CÓRDOBA, M.; VARAS, M.; METÓN, I.; CASERAS, A.; BAANANTE, I.V. Effects of diets with distinct protein-to-carbohydrate ratios on nutrient digestibility, growth performance, body composition and liver intermediary enzyme activities in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fingerlings. **Journal Experimental Marine Biology and Ecology**. v.347, p.1-10, 2007.
- FERNANDES, J.B.K.; CARNEIRO, D.J.; SAKOMURA, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.617-626, 2001.

FAO (2006) apud Barros; Marcelo Andrade Bezerra. **Cadeia Produtiva da Banana: consumo, comercialização e produção no Estado de Pernambuco**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 39, n 1, jan-mar. 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture 2012**. Rome: FAO, 2012. 209p.

FERNÁNDEZ, F.; MIQUEL, A.G.; CÓRDOBA, M.; VARAS, M.; METÓN, I.; CASERAS, A.; BAANANTE, I.V. Effects of diets with distinct protein-to-carbohydrate ratios on nutrient digestibility, growth performance, body composition and liver intermediary enzyme activities in gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fingerlings. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.347, p.1-10, 2007.

GALLANT, D.J.; BOUCHET, B.; BULEON, A.; PEREZ, S. Physical characteristics of starch granules and susceptibility to enzymatic degradation. **European Journal Clinical Nutrition**, v.46, p.3-16, 1992.

GARCEZ, R.C.S. **Distribuição espacial da pesca no lago grande de Manacapuru (amazonas) – bases para subsidiar políticas de sustentabilidade para a pesca regional**. 106p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

GARCIA-CARREÑO, F.L.; CAVALCANTI, C.A.; TORO, M.A.N.; ZANIBONI-FILHO, E. Digestive proteinases of Brycon orbignyanus (Characidae, Teleostei): characteristics and effects of protein quality. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.132, p.343-352, 2002.

GAWLICKA, A., PARENT, B., HORN, H.M., ROSS, N., OPSTAD, I., TORRISSEN, J. Activity of digestive enzymes in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*): indication of readiness for first feeding. **Aquaculture**, v.184, p.303-314. 2000.

HIDALGO, M.C., UREA, E. AND SANZ, A. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. **Aquaculture**, v.170, p.267-283, 1999.

GERMINO, G.F.S.; CAMPOS, R.M.L.; MELO, J.F.B. Uso de alimentos alternativos para a produção de rações para peixes do Rio São Francisco. In: OLIVEIRA, L.M.S.R.; FLORES, F.T. (Ed): **Reciclando práticas rumo ao desenvolvimento sustentável**. CRV, 2015, p.105-119.

GOULART, F.R.; SPERONI, C.S.; LOVATTO, N.M.; LOUREIRO, B.B.; CORRÊIA, V.; NETO, J.R.; SILVA, L.P. Atividade de enzimas digestivas e parâmetros de crescimento de

juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com farelo de linhaça *in natura* e demucilada. **Semina**, v.34, n.6, p.3069-3080, 2013.

GUTIÉRREZ, F.W.; QUISPE, M.; VALENZUELA, L.; CONTRERAS, G.; ZALDÍVAR, J. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados com dietas isocalóricas. **Revista Peruana de Biología**. v.1, p.219-223, 2010.

HEMRE, G.I.; MOMMSEN, T.P.; KROGDAHL, A. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.175-194, 2002.

HEPHER, B. Energy pathways. In: **Nutrition of Pond Fish**. Cambridge: Cambridge University Press (ed.). 1988, p.64-101.

HERNÁNDEZ, A; MUNOZ, D; FERRAZ DE LIMA, J.A.F.; FEX, R.; VASQUEZ, W.; GONZALES, R.; MORALES, R.; ALCANTARA, F.; LUNA, T.M.; KOSSOWKI, C.; PEREZ, J.; MORA, J.A.; CONTRERAS, P.J.; DIAZ, F.; FADUL, E.M.; MONTOYA, P. Estado atual del cultivo de *Colossoma* y *Piaractus* en Brasil, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela. **Red Acuicultura Boletín**, v.6, p.3-28, 1992.

HERNÁNDEZ, M.; TAKEUCHI, T.; WATANAB, T. Effect of dietary energy sources on the utilization of protein by *Colossoma macropomum* fingerlings. **Fisheries Science**, v.61, p.507-511, 1995.

HERNAO, A.R.; GRAJARES, Q.A. 1989. Nutrición de la cachama negra (*Colossoma macropomum*). I. Niveles proteínicos e importancia relativa de la proteína animal. In: **Anais...** Segunda Reunión de Red Nacional de Acuicultura, Bogotá.

HILTON, J.W.; PLISETSKAYA, E.M.; LEATHERLAND, J.F; Does oral 3,5,3'- triiodo-L-thyronine affect dietary glucose utilization and plasma insulin levels in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Fish Physiology and Biochemistry**, v.4, p.113-120, 1987.

HISANO, H.; PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. **Bahia Agrícola**, v.8, p.42-45, 2007.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, n.1, v.200, p.181-201, 2001.

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

LEE, P.C.; BROOKS, S.P.; KIM, O. Digestible of native and modified starches: in vitro studies with human and rabbit pancreatic amylases and vivo studies in rabbits. **Journal of Nutrition**, v.115, p.93-103, 1985.

- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Principales of Biochemistry**, 4^o ed, FREEMAN, W.H. New York, 2004.
- LI, P.; KANGSEN, M.; TRUSHENSKI, J.; WU, G. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. **Review Article**, v.37, p.43-53, 2008.
- LIMA, M.R.; LUDKE, M.C.M.M.; HOLANDA, M.C.R.; PINTO, B.W.C.; LUDKE, J.V.; SANTOS, E.L. Performance and digestibility of Nile tilapia fed with pineapple residue bran. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v 34, n.1, p 41-47, 2012.
- LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POWH, J.A.; VARGAS, L.D.M.; POVEDA-PARRA, A.R.; DIGMAYER, M. As principais espécies produzidas no Brasil. In: LOPERA-BARRETO, N.M.; POVEDA-PARRA, A.R.; DIAGMAYER, M. (Ed). **Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo**. Agrolivros. 2011. p.143-215.
- LOPES, J.M.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA FILHO, F. P.; SANTOS, I.B.; WATANABE, P.H.; ARAÚJO, D.M.; PINTO, D.C.; OLIVEIRA, P.S. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.519-526, 2010.
- LUNA, T.M. El efecto del contenido proteico y energético en la alimentación artificial sobre el crecimiento de *Colossoma macropomum* . In: **Ivestigación Acuicola en America Latina**. VERRETH, J.A.J., CARRILO, M., ZAUNY, S. AND HUISMAN, E. A. (Ed). IFS, Wageningen. 1987. p.289-312.
- LUNDSTEDT, L.M. **Aspectos adaptativos dos processos digestivo e metabólico de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) arraçados com diferentes níveis de proteína e energia**. 140p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2003.
- MAI, K.; ZHANG, L.; AI, Q.; DUAN, Q.; ZHANG, C.; LI, H.; WAN, J.; LIUFU, Z. Dietary lysine requirement of juvenile seabass (*Lateolabrax japonicas*). **Aquaculture**, v.258 p.535-542, 2006.
- MELO, J.F.B. **Digestão e metabolismo de Jundiá *Rhamdia quelen* submetido a diferentes regimes alimentares**. 80p. Tese. Programa de Pós-Graduação em ciências fisiológicas - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- MELO, L.A.S.; IZEL, A.C.U.; RODRIGUES, F.M. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. **Amazônia Ocidental**. 25p. 2001.

- MELO, J.F.B.; SEABRA, A.G.L.; SOUZA, S.A.; SOUZA, R.C.; FIGUEIREDO, R.A.C.R. Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.1, p.177-182, 2012.
- MOMMSEN, T.P.; PLISETSKAYA, E.M. Insulin in fishes and agnathans: history, structure and metabolic regulation. **Reviews in Aquatic Sciences**, v.4, p.225-259, 1991.
- MACEDO, E.M. **Exigência de proteína na nutrição de tambaqui, *Colossoma macropomum* Curvier, 1818. (Pisces, Characidae)**. 71p. Dissertação. Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 1979.
- NETO, J. M. M. et al. Componentes químicos da farinha de banana (musa sp.) obtida por meio de secagem natural. 1998. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.316-318. 1998.
- OISHI, C.A.; NWANNA, L.C.; PEREIRA-FILHO, M. Optimum dietary protein requirement for Amazonian tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, fed fishmeal free diets. **Acta Amazonica**, v.40, p.757-762, 2010.
- PARK, J.T. and JOHNSON, M.J. Submicro determination of glucose. **The Journal of Biological chemistry**. v.181, p. 149-151. 1949.
- PINTO, N. A. V. D.; CARVALHO, V.D.; CORRÊA, A.D.; RIOS, A.O. Avaliação de fatores antinutricionais das folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schoot). **Ciência Agrotecnológica**, v.25, p.601-604, 2001.
- PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; PINA, D.S.; BRANDÃO, L.G.N.; ARAUJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V. Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas na alimentação de ruminantes em Petrolina: **Embrapa Semi-Árido**, 30p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 220). 2009.
- PEREIRA JUNIOR, G.P.; PEREIRA, E.M.O.; FILHO, M.P.; BARBOSA, P.S.; SHIMODA, E.; BRANDÃO, L.U. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) alimentados com rações contendo farinha de crueira de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) em substituição ao milho (*Zea mays*). **Acta Amazônica**, n.2, v.43, p.217-226, 2013.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; PÁDUA, S.B.; TAVARES-DIAS, M.; EGAMI, M.I. (Ed) **Métodos para análise hematológica em peixes**. Maringá: Eduem, 2013. 140 p.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. Hematologia como ferramenta para a avaliação da saúde de peixes. In: BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E., 2°. **Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes**, Anais.... 2°. Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Botucatu, São Paulo. Universidade Estadual Paulista, pp. 47-51, 2007.

- RESENDE, E.K. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil. Aquabrazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p. 52-57, 2009.
- RIBEIRO, L.R.; OLIVEIRA, L.M.; SILVA, S.O.; BORGES, A.N. caracterização física e química de bananas produzidas em sistemas de cultivo convencional e orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.3, p.774-782, 2012.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, L.M.; RAMOS, A.M.; BARBOSA, J.M.; LUDKE, J.V.; RABELLO, C.B.V. Digestibilidade de subprodutos da mandioca pela tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Ciência Rural**, v.4, p. 358-362, 2010.
- SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; COLDEBELLA, A.; REIDEL, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**. n.11, v.39, p.2336-2341, 2010.
- SILVA, T.R.M.; CHUNG, S.; ARAÚJO, T.A.T.; AZEVEDO, K.S.P.; SANTOS, M.C.; BICUDO, A.J.M. Substituição do milho pelo farelo de algaroba (*Prosopis juliflora*) em dietas para juvenis de tilápia do Nilo cultivados em baixa temperatura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n.3, p.460-465, 2015.
- SILVEIRA, U.S.; LOGATO, P.V.R.; PONTES, E.C. Utilização e metabolismo dos carboidratos em peixes. **Revista Eletronica. Nutritime**, v.6, p.817-836, 2009.
- SOUZA, A.M. **Avaliação de subprodutos de frutas do vale do são francisco na alimentação de pacamãs (*Lophiosilurus alexandri*)**. 77p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Univasf, Petrolina, 2015.
- SOUZA, R.C.; MELO, J.F.B.; NOGUEIRA FILHO, R.M.; CAMPECHE, D.F.B.; FIGUEIREDO, R.A.C.R.. Influencia da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do Nilo. **Archivos de Zootecnia**, v.62, n.238, p.217-225, 2013.
- STONE, D.A.; ALLAN, G.L.; ANDERSON, A.J. Carbohydrate utilization by juvenile silver perch, *Bidyanus bidyanus* (Mitchell). III. The protein-sparing effect of wheat starch-based carbohydrates. **Aquaculture Research**, v.34, p.123-134, 2003.
- TADICH, N.; GALLO, C.; ALVARADO, M. Efectos de 36 horas de transporte terrestre com y sin descanso sobre algunas variables sanguíneas indicadores de estrés em bovinos. **Archivos de Medicina Veterinária**, n.2, v.32, p.171-183, 2000.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. Haematological and biochemical reference intervals for farmed channel catfish. **Journal of Fish Biology**, v.71, p.383-388, 2007.

- TENNANT, B.C. Hepatic Function. In: KANECO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Ed). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5° ed. San Diego: Academic Press, 1997, p.327-352.
- VAN DER MEER, M.B.; MACHIELS, M.A.M; VERDEGEM, M.C.J. The effect of Dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Colossoma macropomum*. **Aquaculture research**, v.26, p.901-909, 1995.
- VIDAL JÚNIOR, M.V.; DONZELE, J.L.; CAMARGO, A.C.S.; ANDRADE, D.R.; SANTOS, L.C. Níveis de proteína bruta para tambaqui (*Colossoma macropomun*), na fase de 30 a 250 gramas. 1. Desempenho dos tambaquis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.421-426, 1998.
- VILLACORTA-CORREA, M.A. **Estudo da idade e crescimento do tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Characiformes: Characidae) na Amazônia Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos**. 214p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Biologia - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1997.
- WALTER, H.E. Proteinases: Methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates. In 486 Bergmeyer, H.U.(Ed.). **Methods of enzymatic Analysis**, Verlag Chemie, Weinheim, v.5, 487 p.270- 277, 1984.
- WOOD, C.M. Ammonia and urea metabolism and excretion. **The physiology of fishes**. CRC Press, p.379-426, 1993.

5. ARTIGO NAS NORMAS DA ABMVZ

Desempenho, intermediários metabólicos e parâmetros hematológicos de juvenis tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com diferentes proporções proteína bruta e fubá de milho

Performance, metabolic intermediates and hematological parameters of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed different proportions crude protein and corn meal

Geraldo Fernandes de Souza Germino¹ e José Fernando Bibiano Melo^{2}*

⁽¹⁾ Mestrando em Ciência Animal – CPGCA – Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.

⁽²⁾ Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Rodovia BR 407, Lote 543, km 12 – Projeto de irrigação Senador Nilo Coelho, s/n “C1” 56300-990 – Petrolina, PE.
E-mail: melojfb@yahoo.com.br.

Resumo

A maximização da retenção de proteína e o uso do carboidrato como energia em rações para crescimento é o alvo principal dos nutricionistas de peixes no desenvolvimento de dietas economicamente eficientes e sustentáveis. Assim, o objetivo desse estudo foi verificar a melhor proporção de proteína bruta e fubá de milho na alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Avaliou-se o desempenho, intermediários metabólicos e parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui. Foram testadas quatro dietas com três repetições e diferentes proporções proteína bruta/fubá de milho (PB/FM) de 30/30, 28/36, 26/42 e 24/48% nas rações experimentais durante 60 dias de alimentação. Foram utilizados 120 juvenis com peso médio inicial de $15,5g \pm 2,2g$. Os peixes foram alimentados *ad libitum*, duas vezes ao dia. Foram analisados parâmetros metabólicos: glicemia, aminoácidos totais livres, colesterol, triglicerídeos, albumina e a enzima aspartato aminotransferase no plasma e glicogênio hepático. Os parâmetros hematológicos analisados foram hematócrito, eritrócitos, hemoglobina, volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média. A proporção de PB/FM influenciou os parâmetros de desempenho, triglicerídeos, colesterol e enzima aspartato aminotransferase. Os parâmetros hematológicos não foram influenciados pelas dietas testadas. O perfil metabólico do tambaqui foi adaptado aos níveis de proteína bruta e fubá de milho das dietas testadas. Conclui-se que as melhores concentrações de proteína bruta e fubá de milho para o desempenho do tambaqui foi 26/42 proteína bruta/fubá de milho.

Palavras chave: Tambaqui, intermediários metabólicos, hematologia

Abstract

The maximization of dietary protein retention for growth is the main objective Fish nutritionists to develop economically efficient and environmentally sustainable diets, being related to the level and quality of protein and the availability of non-protein energy sources such as lipids and carbohydrates. The objective of this study was to verify the best ratio of crude protein and carbohydrate source in the power of tambaqui (*Colossoma macropomum*). Evaluated the performance, metabolic intermediates and hematological parameters in tambaqui juveniles. Four diets were tested with proportion crude protein / carbohydrate source (PB / FCHO) 30/30, 28/36, 26/42 and 24/48% in the experimental diets. during 60 days of feeding. 120 juveniles were used with initial average weight of $15.5g \pm 2,2g$. The fish were fed ad libitum twice daily. Metabolic parameters were analyzed: blood glucose, total free amino acids, cholesterol, triglyceride, albumin in plasma and liver glycogen. Analyzed the hematological parameters hematocrit, erythrocytes, hemoglobin, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin and mean corpuscular hemoglobin concentration. The proportion of PB / FCHO influenced the performance parameters, triglycerides and cholesterol. Hematological parameters were not affected by diets tested. We conclude that the best concentrations of protein and carbohydrate source for the tambaqui performance was 26/42. The metabolic profile of tambaqui was adapted to the diets tested. Protein proportions and carbohydrate sources did not interfere in hematological parameters in tambaqui.

Keywords: Tambaqui, metabolic intermediate, hematology

Introdução

Um dos entraves na piscicultura é o aproveitamento dos nutrientes. Os peixes, como outros animais de produção, apresentam exigências para manutenção das necessidades fisiológicas e para seu desenvolvimento, por isso, há necessidade de formular rações que diminuam o custo de produção, sem que haja problemas ao seu desenvolvimento. A alimentação é responsável por mais de 60% do custo de produção (Teixeira et al., 2008).

Neste contexto, a proteína é o nutriente de maior custo para formular rações, podendo ser de origem animal ou vegetal, sendo assim é importante determinar concentrações de proteína bruta de forma a atender as exigências nutricionais do animal (Clark et al., 1990). Os peixes, em geral, aproveitam proteína para anabolismo energético. No entanto, é necessário que dietas sejam elaboradas com base em níveis de proteína e carboidratos que não sejam desperdiçados e tenham melhor aproveitamento para o desenvolvimento dos peixes. Proteína e energia assumem grande importância na composição de dietas para peixes (Navarro et al., 2007), sendo importante no desempenho das funções metabólicas, fisiológicas (Pezzato et al., 2004), atividades ligadas ao crescimento, manutenção e reprodução (Lopes et al., 2006).

Espécie onívora como o tambaqui (*C. macropomum*) utilizam eficientemente o amido das dietas, possibilitando altas inclusões variando de 40 e 45% de carboidratos (Muñoz Ramírez, 2005), sem prejuízo ao desempenho e a saúde (Lochmann e Chen, 2009), contudo, os níveis de exigência de proteína bruta e energia para tambaqui não estão bem definidos e divergem em alguns estudos realizados com a espécie.

Van Der Meer et al. (1995) determinaram 50% de PB para tambaquís. Gutiérrez et al. (2010) definiram 25 ou 27% PB nas rações de tambaqui. Outros autores descreveram que as necessidades foram de 25 e 30% PB (Gutiérrez et al., 2009; Oishi et al., 2010) respectivamente.

Nos estudos de nutrição que envolvem proteínas e carboidratos na alimentação, tem-se realizado relações do desempenho com as variáveis de intermediários metabólitos e hematologia, pois os índices hematológicos são importantes parâmetros para a avaliação do estado fisiológico do peixe, com variações a depender da espécie, idade e sanidade (Vázquez e Guerrero, 2007).

O tambaqui, nativo da bacia amazônica, vem sendo uma das alternativas por apresentar alto valor comercial, excelente aceitação pelo consumidor (Garcez, 2009) e é considerada de grande potencial para a criação intensiva (Lopera-Barrero et al., 2011). Com isso, o trabalho foi realizado com objetivo de comparar as proporções de proteína bruta/fonte de carboidrato e seus efeitos no desempenho, parâmetros hematológicos e metabólicos em tambaqui.

Material e métodos

Utilizou-se 120 juvenis de tambaquis com peso médio de $15,5g \pm 2,2g$ distribuídos em 12 caixas de PVC com capacidade de 1000L e 10 peixes em cada unidade experimental. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e três repetições. As instalações foram constituídas de um sistema fechado com recirculação de água com biofiltro. As caixas eram sifonadas diariamente para retirada das sobras de rações e fezes. Os parâmetros físico-químico de qualidade de água de condutividade elétrica, salinidade total, oxigênio dissolvido, concentrações de amônia, nitrito, nitrato e fósforo, pH e temperatura foram avaliados durante o experimento.

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais da espécie. Foram calculadas e formuladas quatro dietas com diferentes proporções proteína bruta/fonte de carboidrato (PB/FCHO), sendo o fubá de milho como fonte de carboidrato. A formulação e composição bromatológica calculada das dietas estão descritas na Tab.1.

Os ingredientes utilizados na formulação foram triturados, pesados, misturados, umedecidos, e peletizados em processador de carne tipo moedor e levados à estufa por 24horas a 55°C. Depois da secagem as rações foram trituradas para formação dos peletes de 2 mm.

Os peixes foram alimentados *ad libitum* por 60 dias e a alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 08:00 e 16:00 horas. Ao término do experimento, realizou-se a pesagem dos peixes para análise de desempenho zootécnico dos alevinos obtendo os seguintes parâmetros.

Peso Médio Inicial (PMI, g) = Σ Peso/120.

Ganho de Peso Médio Total (GPMT, g) = Peso médio final (g) – Peso médio inicial (g).

Ganho de Peso Médio Diário (GPMD) = Ganho de Peso Médio Total (g)/Tempo de duração do experimento (dias).

Conversão Alimentar Aparente (CAA) = Consumo de ração (g)/ganho de peso (g)

Biomassa Total = Biomassa inicial – Biomassa final

Foram amostrados seis animais de cada tratamento para coleta de sangue através de punção vaso caudal realizado com seringas heparinizadas. Antes da eutanásia, os animais foram anestesiados com benzocaína (1g/10L) e em seguida coletado fígado. Todos os procedimentos experimentais foram autorizados pelo Comitê de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf – PE, protocolo número 0016/140415.

Tabela 1. Composição percentual, bromatológica e de aminoácidos estimados das dietas utilizadas na alimentação de tambaquis juvenis.

Ingredientes	Tratamentos (%)			
	PB/FM			
	30/30	28/36	26/42	24/48
Farelo de soja 45% PB	48,44	38,64	23,82	8,68
Farinha de Peixe 55% PB	11,42	15,21	22,85	30,63
Fubá de milho	30,00	36,00	42,00	48,00
Óleo de Soja	7,13	7,59	8,77	10,04
Premix App ¹	2,00	2,00	2,00	2,00
Vitamina C ²	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal Comum	0,50	0,50	0,50	0,50
Fosfato Bicálcico	0,45	-	-	-
BHT ³	0,01	0,01	0,01	0,01
DL-METIONINA	-	-	-	0,0508
L-LISINA HCL	-	-	-	0,0347
TOTAL	100	100	100	100
Composição bromatológica calculada na matéria seca (%)⁴				
PB	30,00	28,00	26,00	24,00
EB kcal/kg	4200	4200	4200	4200
MM	7,66	7,86	7,453	8,171
MS	94,91	94,22	94,94	93,96
FB	2,90	2,36	1,54	0,70
CHO totais	50,44	51,46	50,98	50,03
Cálcio	0,93	1,04	1,45	1,88
Fósforo	0,80	0,80	1,00	1,20
Composição em aminoácidos estimada (%)				
Arginina	2,00	1,80	1,56	1,32
Fenilalanina	1,32	1,18	1,02	0,85
Histidina	0,69	0,62	0,53	0,44
Isoleucina	1,30	1,17	1,02	0,86
Leucina	2,19	1,97	1,72	1,46
Lisina	1,94	1,79	1,64	1,52
Metionina	1,33	1,14	0,89	0,68
Treonina	1,04	0,96	0,88	0,80
Triptofano	0,28	0,24	0,18	0,12
Valina	1,40	2,29	1,17	1,06
Ácido linoleico	3,99	4,15	4,65	5,20

1.Premix mineral e vitamina: Vit. A, 1.200.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 12.000mg; Vit. K₃, 2.400mg; Vit. B₁, 4.800 mg; Vit. B₂, 4.800 mg; Vit. B₆, 4.000 mg; Vit. B₁₂, 4.800 mg; Ác. Fólico, 1.200 mg; Pantotenato Ca, 12.000 mg; Vit. C, 48.000 mg; Biotina, 48 mg; Colina, 65.000 mg; Niacina, 24.000 mg; Ferro, 10.000 mg; Cobre, 6.000 mg; Manganês, 4.000 mg; Zinco, 6.000 mg; Iodo, 20 mg; Cobalto, 2 mg; Selênio, 20 mg.

2.Vitamina C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo.

4.PB: Proteína Bruta; EB: Energia Bruta; MM: Matéria Mineral; MS: Matéria Seca; FB: Fibra Bruta; CHO totais: Carboidratos totais.

Para a determinação da hematologia os parâmetros avaliados foram de hematócrito (Ht), contagem de eritrócitos, hemoglobina (Hb). Através destes calculou-se o volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM). O Ht foi realizado em tubos de microhematócrito após centrifugação. A concentração de Hb pelo método da cianometahemoglobina, utilizando o reagente de Drabkin. A contagem de eritrócitos foi feita em câmara de Neubauer, utilizando o reagente de Natt e Herrick (1952). Os cálculos dos parâmetros hematológicos foram estimados conforme fórmulas a seguir:

$$\text{VCM} = \text{Hematócrito} * 10 / \text{N}^\circ \text{ de Eritrócitos} (* 10^6 \mu\text{L}^{-1}) = \text{fL}$$

$$\text{HCM} = \text{Taxa de Hemoglobina} * 10 / \text{N}^\circ \text{ de Eritrócitos} = \text{pg}$$

$$\text{CHCM} = \text{Taxa de concentração de Hemoglobina} * 100 / \text{Hematócrito} = \text{g/dL}^{-1}$$

Para análise de metabólitos, o plasma sanguíneo foi obtido via centrifugação do sangue por 5 minutos a 5.000 rpm. Após centrifugação, os plasmas foram estocados a -20°C . Utilizou-se o plasma para determinação da glicose (mg/dL), albumina (g/dL), triglicerídeos (mg/dL) e colesterol total (mg/dL) por meio colorimétrico dos reagentes (Labtest[®]). Os aminoácidos totais livres foram determinados segundo metodologia de Copley (1941), utilizou-se um padrão de glicina 1mm, tendo ninhidrina 0,1 em álcool isopropílico como substrato, e as leituras realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 570nm.

Para determinar a atividade da enzima aspartato aminotransferase (AST), amostras de fígado foram homogeneizadas, com peso aproximado de 100mg em tampão (10 mM fosfato / 20 mM tris-pH 7,0) a 4°C , utilizando homogeneizador mecânico. A determinação da atividade de AST foi feita por meio colorimétrico dos reagentes (Labtest[®]). A leitura da atividade da enzima foi realizada em Comprimento de onda de 360 nm.

Para determinação do glicogênio hepático, as amostras de fígado foram pesadas na proporção de 0,50g a 0,60g e em seguida transferidas para tubos de ensaio. Neste tubo foram adicionados 1,0 mL de KOH 6,0N e incubado por 1 a 2 minutos em banho-maria a 100°C . Depois de dissolvido os tecidos, 100 μL deste extrato foi transferido para um tubo e adicionado 250 μL de etanol e 100 μL de K_2SO_4 10 % seguidos de agitação. Logo após, a amostra foi centrifugada a 3.000 rpm por 3 minutos. Posteriormente, o sobrenadante foi descartado por inversão e o precipitado re-suspendido em 2 mL de água destilada, após a mistura realizou-se a transferência de 100 μL da amostra, 250 μL de fenol e 1 mL de H_2SO_4 para parar a reação, posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 480 nm.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey para comparação entre as médias com nível de significância de ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para os parâmetros de qualidade de água foram condutividade elétrica $92,3 \mu\text{s}/\text{cm} \pm 8,9$, de salinidade total $45,94 \pm 6,3$ ppm, de oxigênio dissolvido $6,5 \pm 0,8$ mg/L, de concentração de amônia $0,076 \pm 0,002$ mg/L, de concentração de nitrito $0,044 \pm 0,002$ mg/L, de concentração de fósforo $0,347 \pm 0,02$ mg/L, de concentração de nitrato $2,832 \pm 0,58$ mg/L, pH $7,47 \pm 0,8$ e temperatura média de $25,3 \pm 4,15^\circ\text{C}$. Estes resultados são considerados aceitáveis para a criação do tambaqui (Boyd, 1990).

Os dados de desempenho de alevinos de tambaqui alimentados com diferentes proporções de proteína bruta/fonte de carboidrato estão descritos na Tab. 2. Verificou-se que a proporção PB/FCHO am significativamente o peso dos juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) com melhor desempenho no tratamento 26/42 PB/FCHO.

Tabela 2. Valores médios de ganho de peso médio total (GPMT), ganho em peso médio diário (GPMD), conversão alimentar aparente (CAA) e biomassa em gramas e percentagem, ração ofertada (RO).

Desempenho	Tratamentos PB/FM			
	30/30	28/36	26/42	24/48
PMI (g)	$15,5 \pm 1,1$	$15,5 \pm 1,1$	$15,5 \pm 1,1$	$15,5 \pm 1,1$
GPMT (g)	$33,39 \pm 19,25^b$	$48,60 \pm 16,53^{ab}$	$51,39 \pm 17,27^a$	$45,14 \pm 25,36^{ab}$
GPMD (g)	$0,61 \pm 0,32^b$	$0,81 \pm 0,27^{ab}$	$0,85 \pm 0,288^a$	$0,75 \pm 0,42^{ab}$
CAA	$1,32 \pm 0,31^b$	$1,26 \pm 0,24^{ab}$	$1,24 \pm 0,27^a$	$1,28 \pm 0,37^{ab}$
Biomassa (g)	$521,63 \pm 19,25^b$	$644,36 \pm 20,87^{ab}$	$671,66 \pm 17,27^a$	$597,76 \pm 26,90^{ab}$
Biomassa (%)	$346,29^b$	$427,37^{ab}$	$445,16^a$	$396,47^{ab}$
RO (g)	40	40	40	40

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

As quantidades de proteínas e carboidratos exigidas para o bom desempenho dos peixes podem variar de acordo com a fase, espécie e hábito alimentar. Pereira Junior et al. (2013) não observaram diferenças significativas no desempenho de tambaqui em dietas contendo 32 a 40% FCHO e 36 a 38% de PB. Em pacus (*Piaractus mesopotamicus*) os melhores desempenhos foram com rações contendo 25% de proteína bruta e a 60% de fonte de carboidrato (Signor et al., 2010). As necessidades para curimbatá (*Prochilodus affinis*) foram de 26,05% PB e 39,1% de fontes de carboidratos (Bomfim et al., 2005). No estudo com tilápia do Nilo, verificou-se que 22% de proteína bruta e 52,9% de carboidratos misturados com milho, farelo de trigo e quirera, acarretou no melhor desempenho (Gonçalves et al., 2009). Dietas ricas em proteína de 25% resultaram em um ganho de peso significativamente

menor e pior conversão alimentar do que as dietas contendo 30 e 45% de proteína bruta em tilápias (Kpundeh et al., 2015).

Híbrido (*Pseudoplatystoma fasciatum* x *Leiarius marmoratus*) demonstrou melhor desempenho com a dieta contendo 34,06% de proteína bruta e 30% de farinha de milho (Souza et al., 2014). Em sargo bicudo (*Diplodus puntazzo*) alimentados com amido gelatinizado como fonte de carboidrato, apresentaram melhores resultados de desempenho quando receberam a dieta de 45% de proteína bruta e 31% de carboidrato (Coutinho et al., 2012). Trabalho realizado com corvina roncadeira japonesa (*Nibea diacanthus*) observaram maior ganho de peso com a ração contendo 48% PB (Li et al., 2015). As proteínas e os carboidratos pelas suas funções de produção de energia e estrutural interferem no desempenho zootécnico, que se observou nesse estudo.

Os resultados dos intermediários metabólicos apresentaram diferenças significativas no colesterol e taxa de triglicerídeos nos peixes alimentados com maiores concentrações de carboidratos e menores de proteína (Tab. 3). A glicose plasmática, glicogênio hepático e aminoácidos totais livres não apresentaram alterações pelas rações testadas. Não houve variação nos níveis de albumina, sugerindo que os peixes se encontraram em bom estado nutricional não apresentando característica de enfermidade ou estresse.

Os parâmetros metabólicos são indicativos de respostas das vias metabólicas ocasionadas pelos nutrientes de uma ração, o que leva o peixe a apresentar a adaptação no perfil dos intermediários sanguíneos e hepático. Kumar et al. (2010) relataram que a glicose plasmática, além de servir como indicativo de sanidade e estresse dos peixes, é de extrema importância para avaliar alterações no metabolismo com mudanças nas dietas.

Os resultados dos dados para triglicérides, colesterol e glicose plasmática corroboram com o resultado apresentado no estudo realizado com híbridos de tambatingas por Oba-Yoshioka et al. (2015). Tem-se verificado que aumento de fontes de amido na alimentação do Baiacu (*Takifugu obscurus*) produz aumento nas concentrações de glicose plasmática, triglicérides e glicogênio hepático (Liu et al., 2015).

Os parâmetros metabólicos são indicativos de respostas das vias metabólicas ocasionadas pelos nutrientes de uma ração, o que leva o peixe a apresentar a adaptação no perfil dos intermediários sanguíneos e hepático.

Kumar et al. (2010) relataram que a glicose plasmática, além de servir como indicativo de sanidade e estresse dos peixes, é de extrema importância para avaliar alterações no metabolismo com mudanças nas dietas.

Tabela 3. Valores médios de colesterol (COL), taxa de triglicérides (TRI), taxa de albumina (ALB) e glicose plasmática (GLI), glicogênio hepático (GH) e aspartato aminotransferase (AST) de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes proporções proteína bruta/fubá de milho, alimentados por 60 dias.

Metabólitos	Tratamentos PB/FM			
	30/30	28/36	26/42	24/48
<i>*Plasma</i>				
AAT ($\mu\text{l.mL}$)	314,67 \pm 42,32 ^a	302,98 \pm 35,82 ^a	282,24 \pm 54,26 ^a	288,36 \pm 16,03 ^a
COL (mg.dL^{-1})	101,16 \pm 7,12 ^c	133,33 \pm 22,44 ^{bc}	169,07 \pm 25,63 ^b	214,04 \pm 30,66 ^a
TRI (mg.dL^{-1})	304,50 \pm 88,87 ^b	347,72 \pm 94,55 ^{ab}	369,33 \pm 66,38 ^{ab}	527,56 \pm 98,06 ^a
ALB (g.dL^{-1})	0,89 \pm 0,09 ^a	0,86 \pm 0,21 ^a	0,75 \pm 0,17 ^a	1,02 \pm 0,20 ^a
GLI (mg.dL^{-1})	103,53 \pm 32,68 ^a	82,726 \pm 7,05 ^a	106,73 \pm 21,37 ^a	84,54 \pm 15,58 ^a
<i>*Fígado</i>				
GH mg/g/tecido	139,77 \pm 24,21 ^a	165,13 \pm 18,82 ^a	141,13 \pm 19,01 ^a	175,99 \pm 16,25 ^a
AST ($\text{U.g}^{-1}/\text{prot}^*$)	11,78 \pm 5,20 ^a	9,51 \pm 3,76 ^a	7,55 \pm 2,24 ^a	11,30 \pm 5,76 ^a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Os resultados dos dados para triglicérides, colesterol e glicose plasmática corroboram com o resultado apresentado no estudo realizado com híbridos de tambatingas por Oba-Yoshioka et al. (2015). Tem-se verificado que aumento de fontes de amido na alimentação do Baiacu (*Takifugu obscurus*) produz aumento nas concentrações de glicose plasmática, triglicérides e glicogênio hepático (Liu et al., 2015). Nos tratamentos com maiores concentrações de carboidrato houve um aumento dos triglicérides, que pode levar a um aumento de gordura para reserva energética.

Não houve diferenças na atividade da AST hepática nos tratamentos. O aumento da atividade da AST no fígado é associada a transaminação de aminoácidos para a gliconeogênese (Sánchez-Muros et al., 1998) O mesmo evento ocorreu em surubins (*Pseudoplatystoma sp.*) alimentados com diferentes níveis de proteínas onde não verificaram alterações na atividade da AST (Honorato et al., 2015). Fato contrário aconteceu com Tilápias (*Oreochromis niloticus*) onde observaram aumento da atividade da AST nos animais que receberam maiores concentrações de proteína (Gaye-Siessegger et al., 2006). Com a manutenção da glicemia e glicogênio hepático e as modificações na atividade da enzima AST, não observou-se nesse estudo mobilização de aminoácido para produção de energia ou manutenção da glicemia.

Os resultados não mostraram diferença nos parâmetros hematológicos (Tab. 4). A hematologia é influenciada diretamente pelo ambiente de cultivo, alimentação e higidez (Tavares-Dias et al., 2008; Bittencourt et al., 2010).

Tabela 4. Valores médio de Hematócrito, eritrócito, hemoglobina, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) de Tambaqui submetido a diferentes proporções de PB/FM alimentados por 60 dias.

Hematologia	Tratamentos PB/FM			
	30/30	28/36	26/42	24/48
*Sangue				
Hematócrito (%)	32,83 ± 6,21 ^a	27,16 ± 4,35 ^a	33,00 ± 2,69 ^a	34,00 ± 2,75 ^a
Eritrócito (10 ⁶ /μL)	4,74 ± 1,01 ^a	3,85 ± 1,14 ^a	3,86 ± 0,40 ^a	3,91 ± 0,58 ^a
Hemoglobina (g/dL)	17,72 ± 1,39 ^a	14,06 ± 2,48 ^a	17,22 ± 1,46 ^a	13,93 ± 3,63 ^a
VCM(fL)	71,63 ± 17,71 ^a	79,26 ± 36,74 ^a	86,78 ± 15,85 ^a	88,49 ± 15,62 ^a
HCM(pg)	38,91 ± 8,94 ^a	40,26 ± 25,88 ^a	44,92 ± 5,17 ^a	36,18 ± 10,96 ^a
CHCM(g/dL ⁻¹)	55,73 ± 11,83 ^a	51,74 ± 3,05 ^a	52,44 ± 5,93 ^a	41,62 ± 41,62 ^a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Os valores encontrados destes parâmetros no experimento são semelhantes aos reportados para a mesma espécie de peixe por Santos et al. (2010) e em isu (*Heterobranchus longifilis*) em pesquisa realizada por Babalola e Apata (2012). Em carnívoro truta arco íris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentado com a substituição da farinha de peixe por pulpa de mosca (*Bombyx mori*) como fonte proteica não houve diferença significativa para HCM, VCM e CHCM (Shakoori et al., 2015). A contagem no número de eritrócitos em dietas com 36% PB e 40% de carboidratos totais aumentaram significativamente em truta arco íris (Heidarieh et al., 2012). No entanto, em alguns estudos tem-se verificado a influência dos nutrientes, alimentos e estado de saúde dos animais nesses parâmetros (Sakamoto e Yone, 1978; Ukawa et al., 1994; Barros et al., 2002; Pereira Junior et al., 2013; Soberon et al., 2014; Adel et al., 2015).

Conclusão

A melhor proporção proteína bruta/fonte de carboidrato encontrada no presente estudo é de 26/42. A proporção de 26/42 PB/FCHO promoveu a melhora dos índices de conversão alimentar aparente, ganho de peso e desenvolvimento dos peixes. As proporções testadas não alteraram o metabolismo, não interferem nos parâmetros hematológicos e não apresentaram indicativo de enfermidades ou estresse.

Referências Bibliográficas

ADEL, M.; AMIRI, A.A.; ZORRIEHZAHRA, J. et al. Effects of dietary peppermint (*Mentha piperita*) on growth performance, chemical body composition and hematological and immune parameters of fry Caspian White fish (*Rutilus frisii kutum*). *Fish Shellfish Immunol.*, n.2, v.45, p.841-847, 2015.

- BABALOLA, D.F.; APATA, D.F. Impact of palm oil and extracted fish meal on haematological parameters, serum constituents and histology of African catfish (*Heterobranchus longifilis*) fingerlings. *Sci. J. Rev.*, n.3, v.1, p.70-83, 2012.
- BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E.; KLEEMANN, G.K. et al. Níveis de Vitamina C e Ferro para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *R. Bras. Zootec.*, n.6, v.31, p.2149-2156, 2002.
- BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A. et al. Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede. *Rev. Bras. Zootec.*, n.11, v.39, p.2323-2329, 2010.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; SERAFINI, M.A. et al. Proteína Bruta e Energia Digestível em Dietas para Alevinos de Curimatá (*Prochilodus affinis*). *Rev. Bras. Zootec.*, n.6, v.34, p.1795-1806, 2005.
- BOYD, C. *Water quality in ponds for aquaculture*. London: Birmingham Publishing Co., 1990. 482p.
- CHO, C.Y.; KAUSHIK, S.J. Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *World Rev. Nurt. Diet.*, v.61, p.132-172, 1990.
- CLARK, A.E.; WATANABE, W.O.; OLLA, B.L. et al. Growth, feed conversion and protein utilization of Florida red tilapia fed isocaloric diets with different protein levels in seawater pools. *Aquaculture*, v.88, p.75-85, 1990.
- COPLEY, N.G. Alloxan and ninhydrin test. *Analyst.*, v.66, p.492-493, 1941.
- COUTINHO, F.; PERES, H.; GUERREIRO, I. et al. Dietary protein requirement of sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*, CETTI 1777) juveniles. *Aquaculture.*, v.356-357, p.391-397, 2012.
- GARCEZ, R.C.S. *Distribuição espacial da pesca no lago grande de Manacapuru (amazonas) – bases para subsidiar políticas de sustentabilidade para a pesca regional*. 2009. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- GAYE-SIESSEGGER, J.; FOCKEN, U.; BECKER, K. Effect of dietary protein/carbohydrate ratio on activities of hepatic enzymes involved in the amino acid metabolism of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Fish Physiol. Biochem.*, v.32, p.275-282, 2006.

- GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias-do nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. *Rev. Bras. Zootec.*, n.12, v.38, p.2289-2298, 2009.
- GUTIÉRREZ, F.W.; QUISPE, M.; VALENZUELA, L. et al. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas. *Rev. Peru Biol.*, v.1, p.219-223, 2010.
- GUTIÉRREZ, F.W.A.; ZALDÍVAR, J.R.; CONTRERAS, G.S. Efecto de varios niveles de energía digestible y proteína en la dieta sobre el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*) Cuvier 1818. *Rev. Investig. Vet. Perú.*, n.2, v.20, p.178-186, 2009.
- HEIDARIEH, M.; MIRVAGHEFI, A.R.; AKBARI, M. et al. Effect of dietary Ergosan on growth performance, digestive enzymes, intestinal histology, hematological parameters and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish. Physiol. Biochem.*, n.4, v.38, p.1169-1174, 2012.
- HONORATO, C.A.; USHIZIMA, T.T.; SANTAMARIA, F.M. et al. Desempenho produtivo e econômica de surubins (*Pseudoplatystoma sp.*) alimentados com níveis de proteína e estocados em tanque-rede. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, n.5, v.67, p.1408-1414, 2015.
- HRUBEC, T.C.; SMITH, S.A.; ROBERTSON, J.L. Age related in hematology and chemistry values of hibrid striped bass chrysopt Morone saxatilis. *Vet. Clin. Pathol.*, n.1, v.30, p.8-15, 2001.
- KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles implications and applications to formulated diets. *Aquaculture.*, n.1, v.200, p.181-201, 2001.
- KUMAR, V.; HARINDER, P.S.; MAKKAR, A. et al. Physiological, hematological and histopathological responses in common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings fed with differently detoxified *Jatropha curcas* kernel meal. *Food Chem. Toxicol.*, n.8-9, v.48, p.2063-2072, 2010.
- KPUNDEH, M.D.; QIANG, J.; HE, J. et al. Effects of dietary protein levels on growth performance and haemato-immunological parameters of juvenile genetically improved farmed tilapia (GIFT), *Oreochromis niloticus*. *Aquacult. Int.*, n.5, v.23, p.1189-1201, 2015.
- LI, W.; WEN, X.; ZHAO, J. et al. Effects of dietary protein levels on growth, feed utilization, body composition and ammonia–nitrogen excretion in juvenile *Nibea diacanthus*. *Fish. Sci.*, n.6, v.81, p.1-10, 2015.

- LIU, X.; YE, C.; ZHENG, L. et al. Dietary Maize Starch Influences Growth Performance, Apparent Digestibility Coefficient, and Hepatic Enzyme Activities of Carbohydrate Metabolism in Obscure Puffer, *Takifugu obscurus* (Abe). *J. World Aquacult. Soc.*, n.1, v.46, p.102-113, 2015.
- LOCHMANN, R.; CHEN, R. Effects of carbohydrate-rich alternative feed stuffs on growth, survival, body composition, hematology and nonspecific immune response of black pacu (*Colossoma macropomum*), and red pacu (*Piaractus brachypomus*). *J. World Aquacult. Soc.*, n.1, v.40, p.33-44, 2009.
- LOPERA-BARRERO, N.M.; RIBEIRO, R.P.; POWH, J.A. et al. As principais espécies produzidas no Brasil. In: LOPERA-BARRETO, N.M.; POVEDA-PARRA, A.R.; DIAGMAYER, M. (Ed). Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo. Brasil: Agrolivros, 2011. p.143-215.
- LOPES, P.R.S.; POUHEY, J.L.O.F.; ENKE, D.B.S. et al. Desempenho de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* alimentados com diferentes níveis de energia na dieta. *Biodivers. Pampeana*, n.1, v.4, p.32-37, 2006.
- MUÑOZ-RAMÍREZ, A.P. *Utilização de carboidratos digestíveis em dietas para pacu, Piaractus mesopotamicus* (HOLMBERG, 1887). 2005. 123f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.
- NATT, M.P.; HERRICK, C.A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. *Poultry Sci.*, v.31, p.735-738, 1952.
- NAVARRO, R.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia digestível da dieta sobre o desempenho de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) em fase pós-larval. *Acta. Sci. Anim. Sci.*, n.1, v.29, p.109-114, 2007.
- OBA-YOSHIOKA, E.T.; ALMEIDA, R.S.; GEMAQUE, S.R.F. et al. Substituição parcial da ração comercial por soja e milho cozidos e sua influência sobre o cultivo de híbridos tambatingas. *Biota Amaz.*, n.1, v.5, p. 61-67, 2015.
- OISHI, C.A.; NWANNA, L.C.; PEREIRA-FILHO, M. Optimum dietary protein requirement for Amazonian tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, fed fishmeal free diets. *Acta Amaz.*, v.40, p.757-762, 2010.
- PEREIRA JUNIOR, G.P.; PEREIRA, E.M.O.; FILHO, M.P. et al. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) alimentados com rações

contendo farinha de crueira de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) em substituição ao milho (*Zea mays*). *Acta Amaz.*, n.2, v.43, p.217-226, 2013.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M. et al. (Ed) Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: Tec. Art., p.533, 2004.

SAKAMOTO, S.; YONE, Y. Iron deficiency symptoms of carp. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, v.44, p.1157-1160, 1978.

SÁNCHEZ-MUROS, M.J.; GÁRCIA-REJÓN, L.; GÁRCIA-SALGUERO, L. et al. Long-term nutritional effects on the primary liver and kidney metabolism in rainbow trout. Adaptive response to starvation and high-protein, carbohydrate-free diet on glutamate dehydrogenase and alanine aminotransferase kinetics. *Biochem. Cell Biol.*, v.30, p.55-63, 1998.

SANTOS, M.Q.C.; OISHI, C.A.; FILHO, M.P. et al. Physiological response and performance of tambaqui fed with diets supplemented with Amazonian nut. *Cienc. Rural.*, n.10, v.40, p.2181-2185, 2010.

SHAKOORI, M.; GHOLIPOUR, H.; NASERI, S. Effect of replacing dietary fish meal with silkworm (*Bombyx mori*) pupae on hematological parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Comp. Clin. Pathol.*, v.24, p.139-143, 2015.

SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. et al. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. *R. Bras. Zootec.*, n.11, v.39, p.2336-2341, 2010.

SOBERON, L.; MATHEWS, P.; MALHERIOS, A. Hematological parameters of *Colossoma macropomum* naturally parasitized by *Anacanthorus spathulatus* (Monogenea: Dactylogiridae) in fish farm in the Peruvian Amazon. *Int. Aquat. Res.*, v.6, p.251-255, 2014.

TAVARES-DIAS, M.; AFFONSO, E.G.; OLIVEIRA, S.R. et al. Comparative study on hematological parameters of farmed matrinxã, *Brycon amazonicus* Spix and Agassiz, 1829 (Characidae: Bryconinae) with others Bryconinae species. *Acta Amaz.*, n.4, v.38, p.799-806, 2008.

TEIXEIRA, E.A.; CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis sp.*). *Rev. Bras. Saúde. Prod. Anim.*, n.2, v.9, p.239-246, 2008.

UKAWA, M.; TAKII, K.; NAKAMURA, M. et al. Effect of iron supplements on a soy protein concentrate diet on hematology of yellowtail. *Fish. Sci.*, v.60, p.165-169, 1994.

VAN DER MEER, M. B.; MACHIELS, M.A.M.; VERDEGEM, M.C.J. The effect of Dietary protein level on growth, protein utilization and body composition of *Collossoma macropomum*. *Aquac. Res.*, v.26, p. 901-909, 1995.

VÁZQUEZ, G.R.; GUERRERO, G.A. Characterization of blood cell and hamatological parameters in *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Perciformes). *Tissue Cell.*, v.39, p.151-160, 2007.

6. ARTIGO NAS NORMAS DA ABMVZ

Desempenho, intermediários metabólicos e parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com níveis proteína bruta e banana *in natura* como fonte de carboidrato

Performance, metabolic intermediates and hematological parameters of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed levels of crude protein and banana *in natura* as a carbohydrate source

Geraldo Fernandes de Souza Germino¹ e José Fernando Bibiano Melo^{2}*

⁽¹⁾ Mestrando em Ciência Animal – CPGCA – Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.

⁽²⁾ Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Rodovia BR 407, Lote 543, km 12 – Projeto de irrigação Senador Nilo Coelho, s/n “C1” 56300-990 – Petrolina, PE.
E-mail: melojfb@yahoo.com.br.

Resumo

A otimização da nutrição dos peixes, buscando ingredientes alternativos para a produção de dietas é um aspecto fundamental para melhorar a rentabilidade da atividade de piscicultura. Assim, objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das diferentes proporções de proteína bruta banana *in natura* como fonte de carboidrato (PB/BI de 30/30, 28/36, 26/42 e 24/48% nas rações experimentais). Foram avaliados o desempenho, perfil metabólico e parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui. Os peixes foram alimentados durante 60 dias. Utilizou-se 120 juvenis com peso médio inicial de $15,5\text{g} \pm 2,2\text{g}$ distribuídos 12 unidades experimentais de 1000L e alimentados duas vezes ao dia *ad libitum*. O melhor desempenho obtido para ganho de peso médio total, ganho de peso médio diário, conversão alimentar aparente e biomassa em gramas foi com a ração com 26/42 proteína bruta/banana *in natura* (PB/BI). O perfil metabólico se adapta as variações de proteína e banana *in natura* na alimentação do tambaqui. Os parâmetros hematológicos de VCM, HCM, CHCM e de albumina plasmática demonstram reflexos responsivos às dietas testadas. A atividade das enzimas digestivas de protease alcalina inespecífica e lipase respondem as modificações das rações com variação de proteína e banana *in natura*. A amilase não modificou sua atividade nas condições experimentais.

Palavras chave: Tambaqui, metabolismo, hematologia, enzimas digestivas.

Abstract

Optimization of fish nutrition, seeking alternative ingredients for the production of diets is a key aspect to improve the profitability of fish farming activity. So aim of this study was to evaluate the effect of different raw banana protein proportions in nature as a source of carbohydrate (CP/BI 30/30, 28/36, 26/42 and 24/48% in the experimental diets). They evaluated the performance, metabolic profile and hematological parameters of tambaqui juveniles. The fish were fed for 60 days. We used 120 juveniles with initial weight of $15.5\text{g} \pm 2.2\text{g}$ distributed 12 experimental units 1000L and fed twice a day ad libitum. The best performance achieved to gain total average weight, average daily gain weight, feed conversion and biomass in grams was with the feed with 26/42 crude protein/banana in natura (CP/BI). The metabolic profile fits the protein variations and banana in natura tambaqui feed. The hematological parameters of MCV, MCH, VHCM and plasma albumin demonstrate responsive reflexes to the diets tested. The activity of digestive enzymes of alkaline protease and lipase respond nonspecific changes of diets with varying protein and banana in natura. The amylase did not change their activity in experimental conditions.

Keywords: Tambaqui, metabolism, hematology, digestive enzymes.

Introdução

A exploração do uso sustentável dos recursos naturais do semiárido nordestino, sendo mais específico, a mesorregião de Petrolina-PE, tem sido bastante estudada. A região conta com um dos maiores polos de fruticultura do Brasil, assim, existem várias espécies para o aproveitamento agropecuário, e entre elas a banana (*Musa spp*). Cerca de 30 a 70% das frutas e hortaliças cultivadas tornam-se resíduos que podem ser utilizados em novos processos alternativos no aproveitamento sustentável (Lima, 2010). A área plantada de banana no nordeste em 2010 foi de aproximadamente 204.234 ha, com produtividade de 2 649 412 ton. e rendimento médio de 13 044 kg/ha (IBGE, 2010). No entanto, devido ao fato de que a banana é uma fruta climatérica e ao hábito de consumir frutas maduras, grandes quantidades das commodities são perdidas durante a sua manipulação comercialização e pós-colheita (Wang et al., 2012).

Avaliações residuais de produtos de origem vegetal na alimentação de peixes tem sido objetivo de alguns estudos (Santos et al., 2010; Campeche et al., 2014; Lazzari et al., 2015). Alimentos alternativos já são utilizados como ingrediente em rações para peixes, como por exemplo, o farelo de algaroba e o farelo de coco como fonte proteica e a farinha de goiaba como fonte energética (Santos et al., 2009). Fontes de carboidrato oriundas de ingredientes alternativos têm sido utilizadas principalmente em regiões que geram grande quantidade de resíduos (Lemos et al., 2011)

A busca por ingredientes alternativos para uso em rações para peixes tem sido intensa, visto que, o custo com alimentação está entre 60 – 70% da produção total (Teixeira et al., 2008). Então, é de extrema importância que os resíduos avaliados estejam disponíveis em grande quantidade e com preços que atraiam as fábricas de rações (Hisano e Portz, 2007). No entanto é preciso considerar que os alimentos de origem vegetal podem apresentar substâncias como polifénóis em sua composição bromatológica, como exemplo tem-se os taninos, lignanas, flavanóides, gossipol dentre outros. A partir do conhecimento destes alimentos alternativos, poderão ser incluídos nas rações comerciais, pois aumenta a sustentabilidade da agricultura local, geração de renda, emprego e evitando o êxodo rural (Campeche et al., 2014). A adoção de estratégias de produção adequada e projetos responsáveis de manejo na emissão de efluentes são importantes para que sistemas de piscicultura intensivos sejam sustentáveis, lucrativos (Cyrino et al., 2010) e que atendam as exigências nutricionais dos animais.

Proteína e energia assumem grande importância na composição de dietas para peixes (Navarro et al., 2007), sendo importante no desempenho das funções metabólicas, fisiológicas

(Pezzato et al., 2004), atividades ligadas ao crescimento, manutenção e reprodução (Lopes et al., 2006). Estudos comprovam que o carboidrato em dietas para peixes promovem um efeito poupador de proteínas (Nyina-Wamwiza et al., 2005; Almeida, 2010).

O tambaqui é uma espécie rústica, se alimenta no ambiente natural de frutas e sementes, é a mais cultivada no Brasil, apresenta alto valor comercial, boa aceitação pelo consumidor e possui bom desempenho em sistemas de altas densidades de estocagem (Melo et al., 2001; Chagas et al., 2007; Santos et al., 2013). O tambaqui tem como característica o rápido crescimento, principalmente na fase juvenil, e é nessa fase que se observa melhor as respostas do peixe frente aos diferentes tipos de dieta e alimentos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das diferentes proporções de proteína bruta banana *in natura* (PB/BI) como fonte de carboidrato no desempenho, perfil metabólico e parâmetros hematológicos de juvenis de tambaqui.

Material e métodos

Utilizou-se 120 juvenis de tambaquis com peso médio de $15,5g \pm 2,2g$ distribuídos em 12 caixas de PVC com capacidade de 1000L constituídas de um sistema fechado com recirculação de água com biofiltro. Foram colocados 10 peixes em cada unidade experimental. Foram testadas 4 dietas experimentais contendo diferentes concentrações de proteína bruta e banana *in natura* como fonte de carboidrato PB/BI 30/30, 28/36, 26/42 e 24/48%, respectivamente (Tabela 1).

Para a elaboração das rações, a banana utilizada era descartada do consumo humano, foi triturada e misturada com os demais ingredientes. Foi aproveitada a umidade contida na fruta, no entanto foi determinada a matéria seca para inclusão da banana.

Os demais ingredientes como o farelo de soja e farinha de peixe foram triturados, pesados, misturados e peletizados em processador de carne tipo moedor e levados à estufa por 24 horas a 55°C. Depois da secagem as rações foram trituradas para formação dos peletes de acordo com o tamanho da boca do tambaqui. As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais da espécie.

Os animais foram alimentados *ad libitum* por 60 dias e a alimentação era fornecida duas vezes nos horários de 08:00 e 16:00 horas. As caixas eram sifonadas diariamente para retirada das sobras de rações e fezes. Os parâmetros físico-químicos de qualidade de água foram avaliados durante o experimento.

Ao término do experimento, realizou-se a pesagem para análise de desempenho zootécnico, coleta de sangue, fígado e intestinos.

Tabela 1. Composição percentual, bromatológica e de aminoácidos estimados das dietas utilizadas na alimentação de tambaquis juvenis.

Ingredientes	Tratamentos (%)			
	30/30	28/36	26/42	24/48
Farelo de soja 45% PB	57,82	50,04	29,19	34,37
Farinha de Peixe 55% PB	3,74	5,92	18,14	10,36
Banana in natura %MS	30	36	42	48
Óleo de Soja	3,70	3,51	6,34	3,10
Premix App ¹	2,00	2,00	2,00	2,00
Vitamina C ²	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal Comum	0,50	0,50	0,50	0,50
Fosfato Bicálcico	1,72	1,51	1,32	1,11
BHT ³	0,01	0,01	0,01	0,01
L-LISINA HCL	-	-	-	0,046
TOTAL	100	100	100	100
Composição bromatológica calculada na matéria seca ⁴(%)				
PB	30,00	28,00	26,00	24,00
EB kcal/kg ⁻¹	4200	4200	4200	4200
MM	8,95	8,71	9,33	8,22
MS	91,67	92,41	89,31	89,33
FB	3,45	3,00	1,85	2,11
CHO totais	35,51	33,55	26,81	29,57
Cálcio	0,84	0,89	1,52	1,01
Fósforo	0,80	0,80	1,10	0,80
Composição em aminoácidos estimada (%)				
Arginina	2,07	1,88	1,60	1,50
Fenilalanina	1,37	1,25	1,05	1,00
Histidina	0,72	0,65	0,55	0,52
Isoleucina	1,34	1,22	1,04	0,86
Leucina	2,26	2,06	1,76	1,65
Lisina	1,94	1,79	1,64	1,52
Metionina	1,46	1,30	0,97	0,98
Treonina	1,04	0,96	0,88	0,79
Triptofano	0,32	0,28	0,20	0,21
Valina	1,40	1,29	1,17	1,06
Ácido linoleico	2,33	2,16	3,46	1,84

1.Premix min. e vit. (mineral and vitamin mix): Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 12.000mg; Vit. K3, 2.400mg; Vit. B1, 4.800mg; Vit. B2, 4.800mg; Vit. B6, 4.000mg; Vit. B12, 4.800mg; Ác. Fólico, 1.200mg; Pantotenato Ca, 12.000mg; Vit. C, 48.000mg; Biotina, 48mg; Colina, 65.000mg; Niacina, 24.000mg; Ferro, 10.000mg; Cobre, 6.000mg; Manganês, 4.000mg; Zinco, 6.000mg; Iodo, 20mg; Cobalto, 2mg; Selênio, 20mg; 2.Vitamina C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo (calcic salt, ascorbic acid 2-monophosphate-42% active principle); 3. Butil-Hidroxitolueno; 4. PB: Proteína Bruta; EB: Energia Bruta; MM: Matéria Mineral; MS: Matéria Seca; FB: Fibra Bruta; CHO totais: Carboidratos totais.

Para o desempenho foram calculados os seguintes índices:

Ganho de Peso Médio Total (GPMT, g) = Peso médio final (g) – Peso médio inicial (g).

Ganho de Peso Médio Diário (GPMD) = Ganho de Peso Médio Total (g)/Tempo de duração do experimento (dias).

Conversão Alimentar Aparente (CAA) = Consumo de ração (g)/ganho de peso (g)

Biomassa Total = Biomassa inicial – Biomassa final

Para realização das análises de metabolismo e perfil enzimático, foram amostrados seis animais de cada tratamento para coleta de sangue através de punção vaso caudal realizado com seringas heparinizadas. Antes da eutanásia, os animais foram anestesiados com benzocaína (1g/10L) e em seguida coletados fígado e intestino. Todos os procedimentos experimentais foram autorizados pelo Comitê de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco, protocolo número 0016/140415.

Após coleta de sangue, obteve-se o plasma sanguíneo com a centrifugação do sangue por 5 minutos a 5.000 rpm, e logo estocados a -20° C. No plasma determinou-se glicose (mg/dL), albumina (g/dL), triglicerídeos (mg/dL) e colesterol total (mg/dL) por meio colorimétrico dos reagentes (Labtest®). Os aminoácidos totais livres foram determinados segundo metodologia de Copley (1941), utilizou-se um padrão de glicina 1mm, tendo ninhidrina 0,1% em álcool isopropílico, e as leituras realizada em espectrofotômetro no comprimento de onde de 570nm.

Para determinação do glicogênio hepático, as amostras de fígado foram pesadas na proporção de 0,50g - 0,60g de cada peixe por tratamento e após transferidas para tubos de ensaio. Logo, foram adicionados 1,0 ml de KOH 6,0N e incubado por 1 a 2 minutos em banho-maria a 100° C. Dissolvido os tecidos, 100 µl deste extrato foi transferido para um tubo e adicionado 250 µl de etanol e 100 µl de K₂SO₄ 10 % seguidos de agitação. Logo após, a amostra era centrifugada a 3.000 rpm por 3 minutos. Posteriormente, o sobrenadante era descartado por inversão e o precipitado re-suspendido em 2 ml de água destilada, após a mistura realizou-se a transferência de 100 µl da amostra, 250 µl de fenol e 1 ml de H₂SO₄ para parar a reação, posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 480 nm.

A atividade de amilase foi estimada segundo o método proposto por Bernfeld (1955) modificado por Hidalgo et al. (1999). Em 1,0mL de solução de amido em tampão Tris 0,1M (pH 7,0), contendo NaCl 0,02M, foi adicionado volume adequado de homogeneizado celular, sendo a mistura da reação incubada por 40 minutos a 25°C. Decorrido o tempo de reação, foi adicionado 250 µL de ácido tricloro acético (TCA) 15%, sendo a mistura da reação

centrifugada a 3000 x g por 2 minutos. No sobrenadante foi estimada a concentração de glicose pelo método de Park e Johnson (1949).

Na determinação da atividade proteolítica alcalina foi utilizada solução de caseína 1% como substrato da reação. A mistura de incubação foi composta de 250 - 400 µL de azocaseína 1%, tampão Tris/HCl 0.1 M (pH 8.0). Após a incubação da mistura por 30 minutos à 35°C, a reação foi interrompida pela adição de 1.0 mL de TCA 15 %, depois foi centrifugada a 1.800g por 10 minutos (Walter, 1984). Foi utilizada tirosina como padrão e a unidade de atividade enzimática será definida como a quantidade de enzima necessária para catalisar a formação de 1µg de tirosina por minuto.

A atividade de lipase não específica foi determinada segundo método descrito por Gawlicka et al. (2000). A reação era incubada a 35 °C em meio contendo 0,4 mM p-nitrofenil meristato em solução tampão 24 mM de bicarbonato de amônio pH 7.8 e 0,5% Triton X-100. Após 30 minutos, as reações eram interrompidas pela adição de NaOH 25 mM. A leitura em espectrofotômetro foi realizada a 405 nm.

Os parâmetros avaliados na hematologia foram o hematócrito, contagem de eritrócitos, hemoglobina, e através desses dados calculou-se o volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

O Ht foi realizado em tubos de microhematócrito após centrifugação. A concentração de hemoglobina [Hb] pelo método da cianometahemoglobina, utilizando o reagente de Drabkin. A contagem de eritrócitos foi feita em câmara de Neubauer, utilizando o reagente de Natt e Herrick (1952). Os cálculos dos parâmetros hematológicos foram estimados conforme fórmulas a seguir:

$$\text{VCM} = \text{Hematócrito} * 10 / \text{N}^\circ \text{ de Eritrócitos} (* 10^6 \mu\text{L}^{-1}) = \text{fL}$$

$$\text{HCM} = \text{Taxa de Hemoglobina} * 10 / \text{N}^\circ \text{ de Eritrócitos} = \text{pg}$$

$$\text{CHCM} = \text{Taxa de concentração de Hemoglobina} * 100 / \text{Hematócrito} = \text{g/dL}^{-1}$$

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e três repetições. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey para comparação entre as médias com nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para parâmetros de qualidade de água foram condutividade elétrica 92,3 µs/cm, de salinidade total 45,94 ppm, de oxigênio dissolvido 6,5 mg/L, de concentração de amônia 0,076 mg/L, de concentração de nitrito 0,044 mg/L, de concentração

de fósforo 0,347 mg/L, de concentração de nitrato 2,832 mg/L, pH 7,47 e temperatura média de $25,3 \pm 4,15^\circ\text{C}$ estes resultados mantiveram-se na faixa preconizada para a espécie.

Os resultados de desempenho zootécnico dos juvenis de tambaquis alimentados com diferentes proporções proteína bruta/banana *in natura* como fonte de carboidrato estão dispostos na Tab. 2. Os animais apresentaram melhor desempenho para ganho de peso médio diário, conversão alimentar aparente e biomassa com os juvenis alimentados com a dieta contendo 26/42 proteína bruta/banana *in natura*.

As variações de proteína e carboidrato na alimentação de peixes tem demonstrado que influenciam o desempenho dos peixes (Souza et al., 2014; Li et al., 2014; Kpundeh et al., 2015). Em estudo prévio com tambaqui o melhor desempenho foi com 26% de proteína bruta e 38,30% de inclusão de carboidratos constituídos de farelo de babaçu e milho (Lopes et al., 2010).

Em tilápias, o bom desempenho foi obtido com 31,71% de PB e 30% de farelo de manga (Melo et al., 2012).

Tabela 2. Valores médios de peso médio inicial (PMI), biomassa média inicial (BMI) ganho de peso médio total (GPMT), ganho de peso médio diário (GPMD), conversão alimentar aparente (CAA) e biomassa em gramas e percentagem e ração ofertada (RO).

Desempenho	Tratamentos			
	30/30	28/36	26/42	24/48
PMI	15,5	15,5	15,5	15,5
BMI	155,00	155,00	155,00	155,00
GPMT (g)	$0,49 \pm 0,42^c$	$6,75 \pm 1,61^{ab}$	$8,66 \pm 1,24^a$	$4,97 \pm 0,98^b$
GPMD (g)	$0,008 \pm 0,01^c$	$0,11 \pm 0,076^{ab}$	$0,14 \pm 0,09^a$	$0,083 \pm 0,02^b$
CAA	$7,56 \pm 0,31^c$	$4,18 \pm 0,24^{ab}$	$3,38 \pm 0,27^a$	$6,33 \pm 0,37^b$
Biomassa (g)	71,58 ^c	197,36 ^{ab}	283,52 ^a	140,58 ^b
Biomassa (%)	31,96	56,01	64,65	47,56
RO peixe/60 dias	24	24	24	24

*Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O uso de farinha de manga com casca e milho na proporção de 20 e 10%, contendo 33,03% de PB promoveram melhores índices zootécnicos na tilápia. A adição de até 20% de farelo de algaroba mais 7,48% de amido e 34,7% de PB não altera o desempenho de tilápias. Em piavas (*Leporinus obtusidens*) alimentadas com valores de carboidratos entre 31,43 e 34,72% contendo resíduos secos de uva, figo, laranja e goiaba, cotendo valores entre 30,16 e 31,80% de PB não prejudicam o desempenho (Lazzari et al., 2015). A inclusão de 20% de farinha de casca de banana madura em dietas contendo 40% de PB e 57,97% de carboidrato apresentou o melhor desempenho para ganho de peso em bagres africano (Okeke et al., 2015).

Verifica-se que existe variação nos estudos em relação a concentração de proteína bruta e as fontes alimentares de carboidratos, produzindo resultados diferentes no desempenho dos peixes e nas diferentes espécies (Gonçalves et al., 2009; Miranda et al., 2009; Signor et al., 2010; Pereira Junior et al., 2013;).

A influência no desempenho pode ser pela concentração da proteína ou da quantidade e constituintes das fontes de carboidratos. Neste último nutriente, o teor de polifenóis totais, taninos e fibra podem ser os responsáveis pelo desempenho. Entre os parâmetros zootécnicos avaliados, a CAA obtida no presente estudo foi de 3,38 nos peixes que receberam a dieta contendo 26/42 PB/BI. Esse resultado é considerado alto quando comparado a CAA de outros estudos com alimentos alternativos em ração para peixes (Lopes et al., 2010; Melo et al., 2012; Souza et al., 2013; Pereira Junior et al., 2013; Santos et al., 2015). Portanto, a inclusão da banana *in natura* neste trabalho foi até 42% para melhor desempenho, após este valor o efeito foi prejudicial.

Os valores médios das variáveis metabólicas estão descritos na Tab.3. As proporções de proteína bruta e banana *in natura* em dietas para juvenis de tambaqui influenciaram o colesterol e os triglicerídeos total plasmático. A glicemia, glicogênio hepático, proteínas totais, aminoácidos totais livres plasmáticos não apresentaram diferença significativa.

Tabela 3. Valores médios de glicose (GLI), glicogênio hepático (GH), taxa de triglicérides totais (TRI), colesterol total (COL), proteínas totais (Ptn totais) e aminoácidos totais (AST) de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes proporções proteína bruta/banana *in natura*.

Metabólitos	Tratamentos			
	30/30	28/36	26/42	24/48
<i>Plasma</i>				
GLI ¹ (g.dL)	81,95 ± 11,14 ^a	85,26 ± 14,40 ^a	74,34 ± 18,26 ^a	85,01 ± 20,24 ^a
GH ² (mg.g.tec.*)	198,44 ± 10,14 ^a	201,73 ± 8,58 ^a	208,20 ± 18,04 ^a	193,37 ± 13,32 ^a
TRI ³ (mg.dL)	708,57 ± 227,23 ^b	1176,98 ± 203,60 ^a	1285,77 ± 233,46 ^a	1085,25 ± 270,43 ^{ab}
COL ⁴ (mg.dL)	217,33 ± 58,32 ^b	285,87 ± 44,45 ^{ab}	320,71 ± 52,99 ^{ab}	382,13 ± 60,94 ^a
Ptn totais ⁵ (g.dL)	2,88 ± 0,73 ^a	3,56 ± 0,78 ^a	3,28 ± 0,29 ^a	3,34 ± 0,56 ^a
AAT ⁶ (nMoles.ml)	238,15 ± 28,88 ^a	256,63 ± 21,18 ^a	256,78 ± 9,62 ^a	273,44 ± 25,44 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

A manutenção da glicemia é fundamental para os processos de utilização de energia nas células. No presente estudo não houve diferença significativa nas concentrações de glicose plasmática nos juvenis de tambaqui. Estes resultados assemelham-se aos de Lazzari et al., (2015) ao utilizarem uva, figo, laranja e goiaba como fonte de carboidrato nas rações para piavas (*Leporinus obtusidens*), aos de Bezerra et al. (2014) com diferentes níveis de farinha de manga e proteína na ração e aos resultados de Santos et al. (2010) com tambaquis

suplementados com castanha da amazônia. Já os estudos com carpa de Wuchang (*Megalobrama amblycephala*) a glicemia foi alterada pelas concentrações de carboidratos (Ren et al., 2015). A capacidade de cada espécie para regular a homeostase da glicose é indicativo do seu potencial para utilizar carboidratos da dieta (Conde-Sieira et al., 2015).

A manutenção das reserva de glicogênio hepática associada a manutenção da glicemia neste trabalho indica que não houve mobilização através de glicogenólise. O glicogênio não foi alterado pelas concentrações de proteína e da banana *in natura*. No estudo com tambaqui, o aumento de proteína até 35% e 29% de carboidratos aumentaram as concentrações do glicogênio (De Almeida et al., 2011). Bezerra et al. (2014) observaram maiores concentrações de glicogênio hepático em tambaquis alimentados com nas dietas contendo 30% de farinha de manga, nos níveis de 33% PB e 48,5% de carboidratos. Entretanto, Baldan (2008) não observou diferença nas concentrações de glicogênio hepático quando incluiu até 48% de carboidratos em dietas para pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Liu et al. (2015) observaram aumento nas concentrações do glicogênio hepático quando aumentaram as concentrações de carboidrato em dietas isoproteicas fornecidas para queixada (*Takifugu obscurus*). Peres e Oliva-Teles (2002) observaram maior concentração de glicogênio hepáticos em robalo legítimo (*Dicentrarchus labrax*) alimentados com dietas contendo 62,7% de PB e sem amido que nas dietas com 50% de proteína e com diferentes fontes e concentrações de amido. Em jundiá alimentado com concentrações de proteína até 41% teve aumento nos teores de glicogênio (Melo, 2004). Desta foram, as proteínas e carboidratos podem ou não modificar o perfil de reserva de glicose no tecido hepático, o que é demonstrado em algumas espécies de peixes e determinadas concentrações de nutrientes nas rações.

Observou-se diferença significativa nas concentrações de triglicerídeos totais plasmático nos juvenis tambaquis alimentados com diferentes proporções de PB/BI. Deng et al. (2015) ressaltaram aumento nos triglicerídeos totais plasmático contendo farinha de seringueira em dietas para juvenis de tilápia nas concentrações de 31,10% PB e 50,22% de carboidratos. Observou-se aumento nas concentrações de triglicerídeos em dietas isoproteicas com 25 e 30% de milho fornecida para queixada (Liu et al., 2015). Entretanto, Nogueira Filho (2012) avaliando a substituição parcial e total do milho pela farinha de banana em dietas isoproteicas para tilápias do nilo não observou diferença significativa nas concentrações de triglicerídeos totais plasmático. As concentrações de triglicerídeos não modificaram em carpa da Crúcia (*Carassius auratus gibelio*) alimentadas com rações com 32% de PB e níveis diferentes de amido de milho (Wang et al., 2014). Lovatto et al. (2015) não observaram diferença significativa na concentração de triglicerídeo plasmático em jundiás alimentados com dietas

isoproteicas com níveis de 15 e 22% de amido de milho. Este fato pode estar relacionado com a fonte de carboidrato, pois, a frutose não necessita da presença de insulina para entrar na célula e ser metabolizada, assim, promove um aumento nos triglicerídeos totais plasmático.

O outro parâmetro lipídico analisado neste estudo foi o colesterol total plasmático. As concentrações de colesterol dos tambaquis modificaram significativamente com as concentrações de PB/BI das dietas. Os níveis de colesterol foram mais elevados nos tambaquis alimentados com a dieta 24/48 PB/BI. Bezerra et al. (2014) observaram maiores concentrações de colesterol plasmático em tambaquis quando incluíram 50% de farinha de manga em rações com 3,23%PB e 93,95% de carboidratos totais. A medida que as concentrações de amido de milho das dietas isoproteicas foi diminuindo houve uma tendência ao aumento do colesterol plasmático em carpa (Wang et al., 2014). O colesterol é alterado pela presença de gorduras colocadas nas dietas. Embora tenha neste estudo apresentado alterações do colesterol, este parâmetro está normal para o tambaqui.

Os juvenis de tambaqui não apresentaram diferenças significativas para concentração de aminoácidos totais plasmático, o que sugere que os peixes possivelmente não utilizaram os aminoácidos para produção de energia por gliconeogênese. A utilização de aminoácidos para energia ou gliconeogênese como adaptação e manutenção do metabolismo em peixes já tem sido descrita (Sá et al., 2007; Bicudo et al., 2010). Em estudo com tambaqui, o aumento nas concentrações de farinha de manga e decréscimo de PB nas rações aumentaram os níveis de aminoácidos livres (Bezerra et al., 2014). Corrêa et al. (2007) observaram queda nas concentrações de aminoácidos plasmáticos em dietas com concentração baixa de 28% de PB e alta de 50% de amido de milho. De Almeida et al. (2011) ressaltaram que tambaquis alteraram as concentrações de aminoácidos totais plasmático quando diminuíram a PB das dietas de 35% para 20%. O mesmo ocorreu no jundiá alimentados com maiores quantidades de proteína e baixa concentração de carboidrato (Melo, 2004).

Os juvenis de tambaqui neste trabalho não apresentaram diferenças significativas na proteína do plasma. Um aumento neste parâmetro é indicativo de neoplasia, hepatites e desidratação e sua diminuição indica que os animais podem estar desnutridos. O resultado obtido no presente estudo leva a crer que os animais não apresentaram nenhum tipo de doença ou degradação tecidual frente às dietas testadas. Efeito semelhante foi reportado para mesma espécie em outros estudos (Santos et al., 2010; Pereira Junior et al., 2013). Já Souza (2015) encontrou redução gradativa na proteína do plasma de pacamã alimentado com níveis de inclusão de farinha de goiaba em substituição ao milho.

Os resultados para parâmetros hematológicos encontrados neste estudo (Tab.3) sugerem que as proporções de proteína bruta e banana *in natura* nas rações não causaram alterações nas variáveis sanguíneas de eritrócitos, Ht e Hb dos juvenis de tambaqui. As alterações ocorreram nos índices obtidos a partir dos parâmetros hematimétricos.

Estudos hematológicos servem para avaliar respostas fisiológicas dos peixes alimentados com concentrações de PB e carboidratos oriundos de ingredientes alternativos têm sido desenvolvidos para diversas espécies (Ferrari et al., 2004; Lacerda et al., 2005; Padua et al., 2009).

Tabela 4. Valores médio de Hematócrito, eritrócito, hemoglobina, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) e albumina (ALB) de Tambaqui submetido a diferentes proporções de proteína bruta/banana *in natura* alimentadas por 60 dias.

Hematologia	Tratamentos			
	30/30	28/36	26/42	24/48
<i>Sangue/Plasma</i>				
Hematócrito (%)	25,17 ± 4,96 ^a	26,67 ± 2,66 ^a	27,50 ± 2,66 ^a	25,50 ± 2,81 ^a
Eritrócito (10 ⁶ .µL)	3,76 ± 1,16 ^a	5,68 ± 1,21 ^a	3,39 ± 0,52 ^a	3,59 ± 0,60 ^a
Hemoglobina (g.dL)	13,12 ± 3,31 ^a	15,53 ± 0,87 ^a	14,92 ± 1,49 ^a	15,16 ± 1,45 ^a
VCM ¹ (fL)	65,31 ± 6,29 ^b	44,51 ± 3,68 ^b	90,45 ± 5,26 ^a	75,28 ± 6,32 ^b
HCM ² (pg)	39,01 ± 2,76 ^a	27,80 ± 1,61 ^b	47,32 ± 5,00 ^a	42,92 ± 4,44 ^a
CHCM ³ (g.dL ⁻¹)	52,01 ± 4,80 ^b	58,55 ± 3,50 ^a	54,29 ± 1,26 ^{ab}	59,55 ± 11,03 ^a
Albumina (g.dL)	0,96 ± 0,06 ^c	1,12 ± 0,16 ^{bc}	1,31 ± 0,20 ^{ab}	1,45 ± 0,15 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey (P < 0,05)

Parâmetros hematológicos servem como indicadores biológicos e indicador de estresse dos peixes sob influencia da alimentação e do ambiente de cultivo (Tavares-Dias e Moraes, 2003; Tavares-Dias et al., 2008; Bittencourt et al., 2010). A desnutrição causada por dietas desequilibradas contribui para o fracasso do cultivo. Os resultados de eritrócitos, Ht e Hb obtidos no presente estudo assemelham-se aos reproduzidos para a mesma espécie com a inclusão de castanha da Amazônia em dietas com 36% PB observado por Santos et al. (2010). Por outro lado, Pádua et al. (2009) verificaram alterações nos níveis de hemoglobina e hematócrito de Pacus (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com diferentes níveis de rama de mandioca e teores de proteína bruta nas rações.

Embora os tambaquis tenham apresentado algumas alterações nos índices hematimétricos de VCM, HCM e VHCM, esse resultado não apresentou relação com o desempenho, pode ter ocorrido uma adaptação dos animais a essas dietas. Esse efeito nos peixes pode ser observado em alguns estudos (Santos et al., 2010; Demir et al., 2014; López et al., 2015).

Baixa concentração de albumina plasmática serve como indicativo de doença hepática ou renal. No presente estudo, os juvenis de tambaqui que apresentaram pior desempenho zootécnico foi os que obtiveram as menores concentrações de albumina plasmática. Esse mesmo fato foi observado em juvenis de totoaba (*Totoaba macdonaldi*) por López et al. (2015). Em alguns estudos destacam que a oferta de energia parece ter uma importância maior que a de proteína na produção fisiológica de albumina (Princen et al., 1983; Santos et al., 2004). Portanto, neste estudo as maiores concentrações de carboidratos aumentaram os teores de albumina.

Os valores médios das enzimas digestivas lipase, amilase e protease alcalina inespecífica de juvenis de tambaqui alimentados com diferentes proporções PB/BI estão descritos na Tab.5.

As concentrações de PB/BI alteraram a atividade da lipase e protease alcalina inespecífica e não modificou a atividade da amilase no intestino dos juvenis de tambaqui.

Tabela 5. Valores médios das enzimas digestivas lipase, amilase e protease alcalina inespecífica (P.A.I.) de tambaqui submetido a diferentes proporções de proteína bruta/banana *in natura* alimentadas por 60 dias.

Enzimas Digestivas	Tratamentos			
	30/30	28/36	26/42	24/48
<i>Intestino</i>				
Lipase *	1.94 ± 0,50 ^{ab}	3,49 ± 1,26 ^a	2.16 ± 0,45 ^{ab}	1,02 ± 0,55 ^b
Amilase*	1.48 ± 0,24 ^a	0.67 ± 0,13 ^a	0.71 ± 0,19 ^a	2,07 ± 1,42 ^a
P.A.I. *	18,16 ± 0,45 ^{ab}	17.85 ± 0,23 ^a	26,44 ± 0,79 ^a	8,94 ± 0,72 ^b

*(u.mg/prot)

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa, pelo teste de Tukey (P < 0,05)

A atividade de enzimas digestivas é variável conforme quantidade e qualidade dos nutrientes (Stech et al., 2009; Lin e Luo, 2011), além dos hábitos alimentares das espécies (Bezerra et al., 2014). Ren et al. (2011) afirmaram em estudo com juvenis de bejupirá (*Rachycentron canadum*) que o aumento do amido na dieta de peixes acarretará em um aumento da atividade da amilase no intestino. No presente estudo, os juvenis de tambaquis não alteraram a atividade da amilase com o aumento dos carboidratos na ração. Esse resultado é semelhante aos resultados encontrados por Goulart et al. (2013) quando avaliaram a atividade de enzimas digestivas de jundiá (*Rahmdia quelen*) em dietas contendo 36% PB e farelo de linhaça *in natura* e demucilada. Entretanto, Lazzari et al. (2010) observaram variação na atividade da amilase em jundiá (*R. quelen*) alimentados com dietas contendo valores de 31,9 a 34,6% de PB e 23% de carboidrato utilizando diferentes ingredientes em sua

composição. A atividade da amilase diminui com o aumento da PB e decréscimo de carboidratos nas dietas de jundiás (Melo, 2004).

A atividade da enzima lipase foi significativamente menor na dieta contendo a menor concentração de PB e maior concentração de carboidratos 24/48 PB/BI. A lipase é mais influenciada pela temperatura da água, podendo aumentar quando há maior consumo de ração, pois, maiores concentrações de substrato pode estimular o pâncreas a produzir maiores quantidades desta enzima e aumentar aproveitamento dos lipídeos (Moura et al., 2012). Lazzari et al. (2015) observaram maior atividade da lipase nas dietas contendo 31,8 e 30,1% de PB e inclusão de 7 e 10% de farelo de resíduos de uva e figo. Resultado contrário ao deste trabalho foi obtido por Melo (2004) quando observou uma queda na atividade da lipase com o aumento dos níveis de PB e redução dos teores de gordura em dietas para jundiás (*R. quelen*).

Os juvenis de tambaqui apresentaram mudanças na atividade da protease alcalina inespecífica com a ração com menor concentração de PB e maior concentração de carboidrato (24/48). A variação na atividade enzimática da protease alcalina no tambaqui pode estar associada à adaptação bioquímica as dietas, este fato foi comprovado em estudo com jundiá realizado por Melo et al. (2006). Bezerra et al. (2014) observaram maior atividade da protease alcalina nos tambaquis alimentados com ração contendo 30% de farinha de manga, 33,73% PB e 48,5% de carboidratos. As atividades das enzimas digestivas podem variar por vários fatores, entre eles a digestibilidade dos alimentos, pois, a digestibilidade e o aproveitamento de nutrientes dependem principalmente da atividade das enzimas digestivas (Li et al., 2014).

Dietas com 31,10% de PB e 50,22% de carboidrato e inclusão de 26% de farinha de seringueira promoveu diminuição na digestibilidade das proteínas em juvenis de tilápia (Deng et al., 2015). Aumento nas concentrações de amido não alterou a atividade das proteases em bejupirás (Ren et al., 2011).

Ainda não existe uma relação clara da atividade das enzimas digestivas com os nutrientes e alimentos, no entanto, as variações encontradas denotam que são responsivas as modificações nas dietas.

Conclusão

O melhor desempenho dos tambaquis foi obtido com as proporções de 26/42 PB/BI, a dieta promove maior ganho de peso, melhor conversão alimentar e maior biomassa.

O perfil metabólico se adapta as variações de proteína e banana *in natura* na alimentação do tambaqui.

Os parâmetros hematológicos de VCM, HCM, VHCM e de albumina plasmática demonstram reflexos responsivos às dietas testadas.

As atividades das enzimas digestivas de protease alcalina inespecífica e lipase respondem as modificações das rações com variação de proteína e banana *in natura*. A amilase não modificou sua atividade nas condições experimentais.

A ração indicada para alimentação dos juvenis de tambaqui é com 26% de proteína bruta e 42% de inclusão de banana *in natura* baseada na matéria seca.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, L.C. de. 2010. 103f *Desempenho produtivo, eficiência digestiva e perfil metabólico de juvenis de tambaqui, Colossoma macropomum (Cuvier, 1808) alimentados com diferentes taxas carboidrato/lipídio*. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- BALDAN, A.P. *Avaliação da tolerância do Pacu (Piaractus mesopotamicus) a carboidratos*. 2008. 119f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura da Unesp, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- BENEVIDES, C.M.J.; SOUZA, M.V.; SOUZA, R.D.B.; LOPES, M.V. Fatores antinutricionais em alimentos. *Segur. Alim Nutr.*, n,2, v.18, p.67-79, 2011.
- BERNFELD, P. Amylases α e β : colorimetric assay method. In: Colowich, S.P.; Kaplan, N. O. *Methods in Enzymology* (Eds). New York: Academic Press p.149 – 154, 1955.
- BEZERRA, S.K.; SOUZA, R.C.; MELO, J.F.B.; CAMPECHE, D.F.B. Crescimento de tambaqui alimentado com diferentes níveis de farinha de manga e proteína na ração. *Arch. Zootec.*, n.244, v.63, p. 587-598. 2014.
- BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. *Aquacult. Nutr.*, v.16, p.213-222, 2010.
- BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.A. et al. Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede. *Rev. Bras. Zootec.*, n.11, v.39, p.2323-2329, 2010.
- Boulenger, 1896 (Osteichthyes: Cichlidae) capturada em "Pesque-Pague" de Franca, São
- CAMPECHE, D.F.B.; MELO, J.F.B.; BALZANA, L. et al. Farelo de licuri em dietas para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, n.2, v.66, p.539-545, 2014.
- CHAGAS, E.C.; GOMES, L.C.; MARTINS-JÚNIOR, H.; ROUBACH, R. Produtividade de tambaqui criado em tanque-rede com diferentes taxas de alimentação. *Ciênc. Rural*, v.37, p.1109-1115, 2007.

- CONDE-SIEIRA, M.; SOENGAS, J.L.; VALENTE, L.M.P. Potential capacity of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) to use carbohydrates: Metabolic responses to hypo- and hyperglycaemia. *Aquaculture*, v.438, p.59-67, 2015.
- COPLEY, N.G. Alloxan and ninhydrin test. *Analyst.*, v.66, p.492-493, 1941.
- CORRÊA, C.F.; AGUIAR, L.H.; LUNDSTEDT, L.M.; Moraes, G. Responses of digestive enzymes of tambaqui (*Colossoma macropomum*) to dietary cornstarch changes and metabolic inferences. *Comp. Biochem. Physiol.*, v.147, p.857-862, 2007.
- CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y. et al. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, p.68-87, 2010.
- DE ALMEIDA, L.C.; AVILES, I.M.; HONORATO, C.A. et al. Growth and metabolic responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed diferente levels of protein and lipid. *Aquacult. Nutr.*, v.17, p.253-262, 2011.
- DEMIR, O.; TÜRKER, A.; ACAR, U.; KESBİÇ, O.S. Effects of Dietary Fish Oil Replacement by Unrefined Peanut Oil on the Growth, Serum Biochemical and Hematological Parameters of Mozambique Tilapia Juveniles (*Oreochromis mossambicus*). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, v.14, p.887-892, 2014.
- DENG, J.M.; WANG, Y. CHEN, L.Q. et al. Effects of replacing plant protein with rubber seed meal on growth, nutrient utilizations and blood biochemical parameters of tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. aureus*). *Aquacult. Nutr.*, v.6, p.387-397, 2015.
- FALLER, A.L.K.; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. *Rev. Saúde Pública*, n.2, v.43, p.211-218, 2009.
- FERRARI, J. E. C.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. et al. Níveis de cobre em dietas para tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Anim. Sci.*, n.4, v.26, p.429-436, 2004.
- FERREIRA, M.W.; COSTA, D.V.; LEAL, C.A.G. et al. Dietary Oil Sources on the Innate Immunity and Resistance of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, to *Streptococcus agalactiae* Challenge. *J. World Aquacult. Soc.*, v.46, n.3, p.252-262, 2015.
- GAWLICKA, A., PARENT, B., HORN, H.M., ROSS, N., OPSTAD, I., TORRISSEN, J. Activity of digestive enzymes in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*): indication of readiness for first feeding. *Aquaculture*, v.184, p.303-314. 2000.
- GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias-do nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. *Rev. Bras. Zootec.*, n.12, v.38, p.2289-2298, 2009.

- GOULART, F.R.; SPERONI, C.S.; LOVATTO, N.M. et al. Atividade de enzimas digestivas e parâmetros de crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) alimentados com farelo de linhaça *in natura* e demucilada. *Semina*, n.6, v.34, p.3069-3080, 2013.
- HIDALGO, M.C., UREA, E. AND SANZ, A. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. *Aquaculture*, v.170, p.267-283, 1999.
- HISANO, H.; PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: a importância da proteína. *Bahia Agríc.*, v.8, p.42-45, 2007.
- KPUNDEH, M.D.; QIANG, J.; HE, J. et al. Effects of dietary protein levels on growth performance and haemato-immunological parameters of juvenile genetically improved farmed tilapia (GIFT), *Oreochromis niloticus*. *Aquacult. Int.*, n.5, v.23, p.1189-1201, 2015.
- LACERDA, C. H. F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. et al. Farelo de mandioca (*Manihot esculenta*) em substituição ao milho (*Zea mays*) em rações para alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*). *Anim. Sci.*, n.2, v.27, p.241-245, 2005.
- LAZZARI, R.; NETO, R.N.; PEDRON, F.A. et al. Protein sources and digestive enzyme activities in jundiá (*Rhamdia quelen*). *Sci. Agri.*, n.3, v.67, p.259-266, 2010.
- LAZZARI, R.; UCZAY, J.; RODRIGUES, R.B. et al. Utilização de resíduos de frutas em dietas para piava. *Bol. Inst. Pesca*, n.2, v.41, p.227-237, 2015.
- LEMOES; M.V.A.; GUIMARÃES, I.G.; MIRANDA, E.C. Farelo de coco em dietas para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.12, p.188-198, 2011.
- LI, Y.; AI, Q.H.; MAI, K.S. et al. Comparison of high-protein soybean meal and commercial soybean meal partly replacing fish meal on the activities of digestive enzymes and aminotransferases in juvenile Japanese seabass, *Lateolabrax japonicus* (Cuvier, 1828). *Aquacult. Res.*, v.45, p.1051-1060, 2014.
- LIMA, M.R. *Avaliação de resíduos de frutas nas rações de tilápia do Nilo*. 2010 61f Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- LIN, S.; LUO, L. Effects of dietary 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*. *Anim. Feed Sci. Technol.*, n.1-2, v.168, p.80-87, 2011.
- LIU, X.; YE, C.; ZHENG, L. et al. Dietary Maize Starch Influences Growth Performance, Apparent Digestibility Coefficient, and Hepatic Enzyme Activities of Carbohydrate Metabolism in Obscure Puffer, *Takifugu obscurus*. *J. World Aquacult. Soc.*, n.1, v.46, 2015.

- LOPES, J. M.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA FILHO, F.P. et al. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.*, n.2, v.11, p.519-526, 2010.
- LOPES, P.R.S.; POUHEY, J.L.O.F.; ENKE, D.B.S. et al. Desempenho de alevinos de jundiá *Rhamdia quelen* alimentados com diferentes níveis de energia na dieta. *Biodivers. Pampeana*, n.1, v.4, p.32-37, 2006.
- LÓPEZ, L.M.; IBARRA, M.F.; VARGAS, I.B. et al. Effect of fishmeal replacement by soy protein concentrate with taurine supplementation on growth performance, hematological and biochemical status, and liver histology of totoaba juveniles (*Totoaba macdonaldi*). *Fish Physiol. Biochem.*, v.41, p.921-926, 2015.
- LOVATTO, N.M.; GOULART, F.R.; FREITAS, S.T. et al. Nutritional evaluation of phosphorylated pumpkin seed (*Cucurbita moschata*) protein concentrate in silver catfish *Rhamdia quelen* (Quoy and Gaimard, 1824). *Fish Physiol. Biochem.*, v.41, p.1557-1567, 2015.
- MELO, J.F.B. 2004. *Digestão e metabolismo de jundiás (Rhamdia quelen) submetido a diferentes regimes alimentares*. 2004. 80f. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- MELO, J.F.B.; LUNDSTEDT, L.M.; METON, I. et al. Effects of dietary of protein on nitrogenous metabolismo of *Rhamdia quelen* (Teleosti Pimelodidae). *Comp. Biochem. Physiol.*, v.145, p.181-187, 2006.
- MELO, J.F.B.; SEABRA, A.G.L.; SOUZA, S.A. et al. Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-nilo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, n.1, v.64, p.177-182, 2012
- MELO, L.A.S.; IZEL, A.C.U.; RODRIGUES, F.M. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. Manaus: Embrapa-CPAA, 2001. 30p.
- MIRANDA, E.C.; GUIMARÃES, I.G.; CABRAL JUNIOR, C.R.; PINHEIRO, D.M. Desempenho produtivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentado com farinha de vagem de algaroba em substituição ao milho. *PUBVET*, v.3, p.1982-1263, 2009.
- NATT, M.P.; HERRICK, C.A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of the chicken. *Poultry Sci.*, v.31, p.735-738, 1952.
- NAVARRO, R.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia digestível da dieta sobre o desempenho de piauçu (*Leporinus macrocephalus*) em fase pós-larval. *Acta. Sci. Anim. Sci.*, n.1, v.29, p.109-114, 2007.

NOGUEIRA FILHO, R.M. *Banana in natura na alimentação de alevinos de tilápia-do-nilo oreochromis niloticus (linnaeus, 1758), como fonte de carboidrato na ração e no processamento de produto*. 2012. 60f. Dissertação (mestrado em ciência animal) – Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

NYINA-WAMWIZA, L.; XU, X.; BLANCHARD, G.; KESTEMONT, P. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch sander *lucioperca* fingerlings. *Aquacult Res*, v.5, p.486-492, 2005.

OKEKE, J.J. AKUBUKOR, F.C. NEWMAN, C.V. et al. A Comparative Study on the Growth and Survival Rate of the African Catfish *Clarias gariepinus* Fingerlings Fed With Different Inclusions of Ripe Plantain Peel Meal. *Int. J. Pure App. Biosci.*, n.3, v.3, p.153-159, 2015.

PADUA, D. M. C.; SILVA, P. C.; PADUA, J. T.; URBINAT, E. C. Respostas fisiológicas do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), alimentado com rama de mandioca (*Manihot esculenta*) na ração *Ci. Anim. Bras.*, n.2, v.10, p.103-110, 2009.

PEREIRA JUNIOR, G.P.; PEREIRA, E.M.O.; FILHO, M.P. et al. Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) alimentados com rações contendo farinha de crueira de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) em substituição ao milho (*Zea mays*). *Acta Amaz.*, n.2, v.43, p.217-226, 2013.

PERES, H.; OLIVA-TELES, A. Utilization of raw and gelatinized starch by European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture*, v.205, p.287-299, 2002.

PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALOSSO, D.M. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M. et al. (Ed) Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: Tec. Art., p.533, 2004.

PIMENTA, C.J.; OLIVEIRA, M.M.; FERREIRA, L.O. et al. Aproveitamento do resíduo do café na alimentação de tilápia do nilo. *Arch Zootec.*, v.60, p.583-593, 2011.

PRINCEN, J.M.G.; MAL-BASKS, G.R.B.; YAP, S.H. Restoration effects of glucose refeeding on reduced synthesis of albumin and total protein on disaggregated polyribosomes in liver of starved rats: evidence of post-transcriptional control mechanism. *Ann. Nutr. Metab.*, v. 27, p.182-193, 1983.

ração. *Ci. Anim. Bras.*, v.10, p.385-396, 2009.

REN, M.; AI, Q.; MAI, K. et al. Effect of dietary carbohydrate level on growth performance, body composition, apparent digestibility coefficient and digestive enzyme activities of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* L. *Aquacult. Res.*, v.42, p.1467-1475, 2011.

- REN, M.; HABTE-TSION, H.M.; JUN XIE, J. et al. Effects of dietary carbohydrate source on growth performance, diet digestibility and liver glucose enzyme activity in blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*. *Aquaculture*. v.438, p.75-81, 2015.
- SÁ, R.; POUSÃO-FERREIRA, P.; OLIVA-TELES, A. Growth performance and metabolic utilization of diets with different protein: carbohydrate ratios by white seabream (*Diplodus sargus* L.) juveniles. *Aquacult. Res.*, v.38, p.100-105, 2007.
- SANTOS, E.F.; TAVARES-DIAS, M.; PINHEIRO, D.A. et al. Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) cultivado em tanque-rede no estado do Amapá, Amazônia oriental. *Acta Amaz.* n.43, v.135, p.105-112, 2013.
- SANTOS, E.L.; BEZERRA, K.S.; SOARES, E.C.S. et al. Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com folha de mandioca desidratada na dieta. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, n.5, v.67, p.1421-1428, 2015.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.; BARBOSA, J.M. et al. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Caatinga*, v.22, n.2, p.175-180, 2009.
- SANTOS, M.Q.C.; OISHI, C.A.; FILHO, P.M. et al. Physiological response and performance of tambaqui fed with diets supplemented with Amazonian nut. *Ciência Rural*, v.40, n.10, p.2181-2185, 2010.
- SANTOS, N.S.J.; DRAIBE, S.A.; KAMIMURA, M.A.; CUPPARI, L. Albumina sérica como marcador nutricional de pacientes em hemodiálise. *Rev. Nutr.*, n.3, v.17, p.339-349, 2004.
- SANTOS, V.G.; FERNANDES JUNIOR, A.C.; KOCH, J.F.A. et al. Composição química e digestibilidade do farelo de nabo forrageiro para tilápia do Nilo. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.11, p.537-546, 2010.
- SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. et al. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. *R. Bras. Zootec.*, n.11, v.39, p.2336-2341, 2010.
- SOBERON, L.; MATHEWS, P.; MALHERIOS, A. Hematological parameters of *Colossoma macropomum* naturally parasitized by *Anacanthorus spathulatus* (Monogenea: Dactylogiridae) in fish farm in the Peruvian Amazon. *Int Aquat Res.*, v.6, p.251-255, 2014.
- SOUZA S.A.; SOUZA, R.C.; CAMPECHE, D.F.B. et al. Relação proteína:carboidrato no desempenho e no metabolismo de híbridos de *Pseudoplatystoma fasciatum* (fêmea) X *Leiarius marmoratus* (macho). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, n.3, v.66, p.879-886, 2014.
- SOUZA, A.M. *Avaliação de subprodutos de frutas do Vale do São Francisco na alimentação de pacamãs(lophiosilurus alexandri)*. 2015. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)

– Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Vale do São Francisco. Petrolina.

SOUZA, R.C.; MELO, J.F.B.; NOGUEIRA FILHO, R.M. et al. influencia da farinha de manga no crescimento e composição corporal da tilápia do Nilo. *Arch. Zootec.*, n.238, v.62, p.217-225, 2013.

STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J.; PIZAURO JÚNIOR, J. M. Fatores que afetam a produção de enzimas digestivas em peixes e o uso de enzimas exógenas como ferramentas em nutrição de peixes. *Ensaio Ci.*, n.2, v.13, p.79-93, 2009.

TAVARES-DIAS, M.; AFFONSO, E.G.; OLIVEIRA, S.R. et al. Comparative study on hematological parameters of farmed matrinxã, *Brycon amazonicus* Spix and Agassiz, 1829 (Characidae: Bryconinae) with others Bryconinae species. *Acta Amaz.*, n.4, v.38, p.799-806, 2008.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Características hematológicas da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1896 (Osteichthyes: cichilidae) capturada em pesque pague de Franca, São Paulo, Brasil. *Biosci. J.*, n.1, v.19, p.107-114, 2003.

TEIXEIRA, E.A.; CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de aminoácidos para alevinos de tilápia (*Oreochromis sp.*). *Rev. Bras. Saúde. Prod. Anim.*, n.2, v.9, p.239-246, 2008.

VATANASUCHART, N.; NIYOMWIT, B.; WONGKRAJANG, K. Resistant starch content in vitro starch digestibility and physico-chemical properties of flour and starch from Thai Bananas. *Maejo Int. J. Sci. Technol.*, n.2, v.6, p.259-271, 2012.

WALTER, H.E. Proteinases: Methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates. In 486 Bergmeyer, H.U.(Ed.). *Methods of enzymatic Analysis*, Verlag Chemie, Weinheim., v.5, 487 p.270- 277, 1984.

WANG, A.; HAN, G.; LV, F. et al. Effects of Dietary Lipid Levels on Growth Performance, Apparent Digestibility Coefficients of Nutrients, and Blood Characteristics of Juvenile Crucian Carp (*Carassius auratus gibelio*). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, v.14, p.1-10, 2014.

WANG, Y.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A.S. Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. *Food Sci. Technol.*, v.47, p.175-182, 2012.