UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA - CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE - IEAA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC

DESEMPENHO DO TAMBAQUI *(Colossoma macropomum)*, SUBMETIDO A DIFERENTES FONTES DIETÉTICAS DE ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS.

Bolsista: Jefferson Barros Ferreira, FAPEAM.

HUMAITÁ/AM
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA- CVRM
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE - IEAA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC

RELATÓRIO FINAL
PIB–A /0007/2012-2013

DESEMPENHO DO TAMBAQUI *(Colossoma macropomum)*, SUBMETIDO A DIFERENTES FONTES DIETÉTICAS DE ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS.

Bolsista: Jefferson Barros Ferreira, FAPEAM.
Orientador: Prof. André Moreira Bordinhon

HUMAITÁ/AM

2013

RESUMO

Foi conduzido um estudo para avaliar o desempenho do Tambaqui (*Colossoma macropum)* submetido a diferentes fontes dietéticas de ácidos graxos poli-insaturados. Foram utilizados 320 juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), com peso médio inicial de 1,72 g ± 0,12, distribuídos aleatoriamente em 32 aquários de polietileno com capacidade volumétrica de 50L, cada unidade experimental recebeu 10 alevinos, distribuídos aleatoriamente com fluxo contínuo de água, filtragem e aeração independente e controle de temperatura. O Delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Para compor os tratamentos, foram confeccionadas oito rações experimentais: basal (sem adição de óleo, BA), 6% de óleo de linhaça (OL), 3% de OL + 3% de OG (3OL), 2% de OL + 4% de OG (2OL), 6% de óleo de girassol (OG), 6% óleo de côco (OC), 6% óleo de soja (OS) e 3% óleo de soja + 3% óleo de arenque (óleo de peixe, OP). Ao final de 70 dias as dietas que proporcionaram melhores ganho de peso foram o tratamento BA (BASAL, sem adição de óleo) e OC (óleo de coco).

Palavras-chave: tambaqui, lipídeos, desempenho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 5

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 7

2.1 A espécie de estudo: Tambaqui *(Colossoma macropomum)* 8

2.2 Ácidos graxos das series ω-3 e ω-6 e sua relação..... 9

3. MATERIAL E MÉTODOS 12

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 15

5. CONCLUSÕES 17

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 18

1. INTRODUÇÃO

Entre as espécies com grande potencial para piscicultura sustentável, pode-se destacar o tambaqui (Colossoma macropomum), que possui elevada eficiência na conversão de proteína dietética em peso corporal e em proteína depositada no tecido muscular (ZANIBONI FILHO & MEURER, 1997). Além disso, o tambaqui apresenta elevada atividade da enzima amilase (KOHLA et al., 1992), o que pode explicar a sua capacidade de utilização de proteína vegetal em substituição à proteína animal e possibilitar a redução no custo de produção desta espécie (CRUZ et al., 1997; SILVA et al., 1997)

Entre as alternativas sustentáveis para substituir o óleo de peixe esta à inclusão de óleos vegetais, por meio de alteração do perfil dos ácidos graxos que compõe as gorduras da carcaça do animal, através do fornecimento de dietas que contêm fontes naturais de ácidos graxos. Estudos recentes têm demonstrado que a dieta influência o comportamento, a integridade estrutural, saúde, funções fisiológicas, a reprodução e o crescimento dos peixes (TAKAHASHI, 2003).

Os lipídios, juntamente com sua dinâmica, são fundamentais para a saúde, sobrevivência e sucesso das populações de peixes (ADAMS, 1998). As funções destas moléculas no crescimento dos peixes estão bem definidas, sendo elas: energéticas, estruturais, hormonais, precursores de eicosanóides e bioquímicas, entre outras (HALILOGLU et al., 2003). Dentro dos lipídios, os ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) são requeridos para um crescimento e desenvolvimento normais, principalmente através da manutenção da integridade estrutural e funcional das membranas (SARGENT et al., 1999). Entretanto, tais substâncias, também conhecidas como gorduras, possuem um papel importante na nutrição animal, provendo ácidos graxos essenciais, e possibilitando a absorção de nutrientes lipossolúveis (SARGENT et al., 1995). Nos últimos anos, estudos revelaram a importância dos lipídios de peixes na alimentação humana, por serem uma fonte rica em ácidos graxos poliinsaturados principalmente aqueles da família ômega (GIBSON, 1983).

As exigências lipídicas apresentam grandes variações entre as espécies cultivadas, as quais representam um grande campo de pesquisa (DE SILVA e ANDERSON, 1995). A exigência nutricional nos peixes está definida como a capacidade de sintetizar ou não os diferentes grupos de moléculas. Nos lipídios, os

ácidos graxos linoléico (AL) e linolênico (ALN) não podem ser sintetizados pelos peixes e, portanto, devem ser incorporados na dieta (BELL, 1998). Estes ácidos graxos essenciais são encontrados, principalmente em óleos vegetais, sendo precursores de muitos outros derivados por acréscimo de carbono na cadeia e por introdução de duplas ligações, formando as famílias ômega (ω-6) e ômega (ω-3), respectivamente (OLSEN, 1998).

A utilização de óleos vegetais geralmente não interfere no crescimento de peixes (LOSEKANN et al., 2008), no entanto pode afetar as características de carcaça e, consequentemente a aceitação pelo consumidor (BELL et al., 2001). Uma vez que a inclusão crescente de lipídios em rações para peixes leva a um aumento no teor de gordura corporal (MEURER et al., 2002), a nutrição lipídica relaciona-se diretamente com a qualidade do filé dos peixes (JUSTI et al., 2003).

Nos últimos anos, a utilização de óleos de origem vegetal na alimentação de peixes tem aumentado devido aos benefícios que a inclusão desses alimentos pode trazer tanto para o desempenho animal quanto para saúde humana. Além disso, a farinha e o óleo de peixe, fontes tradicionalmente utilizadas, tendem a uma elevação no custo, o que torna necessária a realização de estudos de fontes alternativas para esses ingredientes, sem, no entanto, comprometer a qualidade da água e o desempenho dos peixes (BELL et al., 2001; MOURENTE et al., 2005; LOPES et al., 2010). Algumas fontes de origem vegetal como os óleos de soja, girassol, canola, milho, linhaça, arroz estão entre as mais usadas (MELO et al., 2002; VARGAS et al., 2007; LOSEKANN et al., 2008). A utilização de óleos de origem vegetal pode melhorar a utilização da proteína ingerida, diminuir o custo de rações e ainda fornecer ácidos graxos essenciais necessários ao desenvolvimento dos peixes (MARTINO et al., 2002).

Neste estudo objetivou-se avaliar o desempenho do Tambaqui (*Colossoma macropum)* submetido a diferentes fontes dietéticas de ácidos graxos poli-insaturados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A aquicultura pode ser definida como a produção em cativeiro de organismo com hábito de vida predominantemente aquático, tais como: peixes, crustáceos, molusco, quelônios e anfíbios. O Brasil possui potencial para a atividade piscícola, pois oferece condições edafoclimáticas ideais para o cultivo, o que proporciona uma situação favorável à produção de peixes em cativeiro. O grande entrave dos sistemas intensivos de produção de peixes são os altos custos com a alimentação, visto que esta representa cerca de 50 a 70% do custo total de produção (PEZZATO et al, 2000). Assim, torna-se necessário a realização de pesquisas que busquem substitutos para os principais componentes da ração de animais monogástricos (milho e farelo de soja), de forma a diminuir o custo das rações.

Para os peixes, os lipídios exercem importante papel como fonte energética e são constituintes de membranas celulares, nutrientes essenciais (ácidos graxos essenciais, vitaminas lipossolúveis, etc.), substâncias controladoras do metabolismo, substâncias isolantes de calor e que mantêm a temperatura, protetores contra danos mecânicos externos, etc. Nos peixes marinhos, os lipídios, mesmo sob baixas temperaturas, encontram-se na forma fluida devido à grande quantidade de acido graxos poli-insaturado (AGP) de cadeia longa e aos lipídios não glicerídeos, o que os diferenciam dos animais terrestres (OGAWA & MAIA, 1999). Os peixes que vivem em baixas temperaturas possuem mais acido graxo (AG) da série ω-3, contrastando com peixes de água mais quente, que geralmente apresentam concentrações inferiores de AGP (PITCHER & HART, 1982).

A utilização de fontes lipídicas em dietas para peixes tem proporcionado melhores resultados no desenvolvimento, sobrevivência e deposição de nutrientes. Os lipídios são considerados fontes importantes de energia metabólica, sendo compostos mais energéticos que as proteínas e os carboidratos (FARKAS *et al.,* 1977). Também desempenham importantes funções em processos fisiológicos, mantendo a permeabilidade e flexibilidade das membranas celulares (CHO *et al.*, 1985; STICKNEY & HARDY, 1989). Além disso, são considerados importantes fontes de ácidos graxos essenciais (AGE), exercendo influência sobre a presença destes no corpo dos peixes, quando presentes na ração (GATLIN & STICKNEY, 1982).

Determinados ácidos graxos não podem ser sintetizados pelos peixes quando não forem encontradas na dieta as substâncias precursoras (NICOLAIDES & WOODALL, 1962). Vários estudos comprovaram que os lipídios são fontes indispensáveis ao bom desempenho das larvas e alevinos de peixes, variando, porém, sua concentração em função de fatores como espécie, tipo de ambiente (água doce ou salgada), temperatura do meio onde vivem e, provavelmente, estádio de desenvolvimento do peixe (larva-adulto) (LÉGER, 1980). Com relação às fontes de lipídios utilizadas na alimentação de peixes, a proporção de acido graxo essencial (AGE) é variável. As quantidades dos ácidos graxos, requeridos por algumas espécies já estudadas, segundo o NRC (1993), variam em função das fontes utilizadas.

2.1 A espécie de estudo: Tambaqui *(Colossoma macropomum)*

O tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) é uma espécie pertencente à família Characidae e gênero *Colossoma*. Esta espécie ocorre naturalmente nas bacias do rio Amazonas e do rio Orinoco, com distribuição ampla na parte tropical da América do Sul e na Amazônia Central (ARAÚJO-LIMA & GOULDING, 1997). Pode atingir comprimento máximo de aproximadamente 100 centímetros. Na natureza não há registros deste peixe atingindo peso ao redor de 30 quilos (GOULDING, & CARVALHO, 1982). Possui ótima aceitação no mercado pelo sabor da sua carne, seu valor nutricional e as ótimas características organolépticas no seu filé, resistência a elevadas temperaturas na água dos viveiros, ao manuseio e a enfermidades. É uma das espécies mais consumidas pela população da Região Norte pela qualidade de sua carne e quantidade de gordura.

Anatomicamente o tambaqui apresenta arcos branquiais com rastros longos e numerosos que formam uma verdadeira rede filtradora permitindo que o peixe aproveite bastante material planctônico, mostrando que também é um peixe planctófago. Possui forte mandíbula e dentição capazes de quebrar e triturar frutos e sementes grandes e duros. Apresenta esôfago curto e estômago alongado e muito elástico em forma de saco. Logo após o estômago, são encontrados os cecos pilóricos seguidos por um longo intestino. Acredita-se que esses cecos ajudem na digestão do material vegetal (GOULDIN & CARVALHO, 1982).

2.2 Ácidos graxos das series ω-3 e ω-6 e sua relação

Existem duas séries de ácidos graxos essenciais que não podem ser sintetizados pelos animais e humanos e devem ser supridos pela dieta. A série ω -6 é derivada do ácido linoléico (LA) e a série ω-3, do ácido alfalinolênico (ALN). A família de ácidos graxos ômega-3, é composta de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs-Polyunsaturated Fatty Acids) contendo de 18 a 22 carbonos. A designação de ômega tem relação com a posição da primeira dupla ligação, contando a partir do grupo metílico final da molécula de ácido graxo. Os ácidos graxos ω-3 apresentam a primeira dupla ligação entre o terceiro e o quarto átomo de carbono (WILEY e SONS, 1979). Os principais ácidos graxos ômega-3 são o ácido linolênico 18:3, o ácido eicosapentaenóico (EPA) 20:5 e o ácido docosahexaenóico (DHA) 22:6, (KINSELLA, 1990; MAYSER *et al*., 1998).

Os ácidos graxos ω-6 são uma família de ácidos graxos insaturados que tem em comum uma terminação carbono–carbono na posição ω-6 , ou seja, na sexta ligação, a partir de sua terminação metil. Os efeitos biológicos dos ácidos graxos ω-6 são mediados por sua conversão em eicosanoides ω-6 que se ligam a diversos receptores encontrados em todos os tecidos do corpo.

A partir destes ácidos graxos polinsaturados (PUFAs- polyunsatured fatty acids), são sintetizados os ácidos araquidônico (AA), eicosapentanóico (EPA) e docosaexanóico (DHA). As necessidades destes ácidos graxos nas diversas espécies de peixes vêm sendo estudadas desde os anos sessenta (NICOLAIDES e WOODALL, 1962). A pesquisa nesta área está concentrada nas quantidades e relações de famílias ω-3 e ω-6 na dieta, e como elas influenciam a capacidade das enzimas (desaturases e elongases) em promover a produção de ácidos graxos altamente insaturados (HUFAs) partindo dos seus precursores (SARGENT et al., 1999; ZHENG et al., 2004a).

Nesse sentido, peixes marinhos possuem uma relação ω-3/ω-6maior que peixes de água doce, devido a uma presença mais forte da série ω-3, na sua cadeia trófica (OLSEN, 1998). Por outro lado, algumas espécies de peixes de água doce possuem uma maior capacidade de elongar e dessaturar estes ácidos graxos (MOREIRA et al., 2001). Esta peculiaridade vem sendo pesquisada com o intuito de alcançar melhores relações ω-3 /ω-6 no músculo destes peixes, através da dieta.

A composição, a distribuição e a relação entre as séries ω-3 e ω-6 nos peixes são influenciadas basicamente por três fatores: genéticos (espécie, etapa de desenvolvimento, entre outros), ambientais (temperatura e salinidade) e, fundamentalmente nutricionais (JUSTI et al., 2003). A composição corporal do peixe é um fiel reflexo da dieta consumida pelo animal (VISENTAINER et al., 2005). Para tanto, surge à necessidade de estabelecer, precisamente, as exigências nutricionais dos peixes durante as diferentes etapas do cultivo, com a finalidade de gerar dietas adequadas que maximizem o crescimento e mantenha o seu estado sanitário (VERGARA, 1992).

Uma forma de conhecer as exigências lipídicas dos peixes é fazer uma avaliação da relação ótima entre as séries de seus ácidos graxos em animais saudáveis em seu habitat natural. Em geral, peixes marinhos são caracterizados por apresentar uma relação ω-3 /ω-6 alta, variando entre 5 a mais que 10 (STEFFENS, 1997). Isto se deve ao alto conteúdo de PUFAs de cadeia longa da série ω-3 de algumas espécies de fitoplâncton marinho, contidos em sua dieta (DE SILVA et al., 1998). Geralmente, ácidos graxos ω-3 dominam sobre ácidos graxos ω-6, numa proporção de 5-20 em alimentos marinhos (OLSEN, 1998). Por isso, peixes marinhos carnívoros dependem de uma dieta rica em ácidos graxos ω-3 HUFA, particularmente EPA e DHA, para seu rápido crescimento (SARGENT et al., 2002). Com a evolução, esses peixes foram perdendo sua capacidade de alongar e dessaturar os ácidos graxos PUFAs, devido à redução das enzimas que realizavam este trabalho, pois os PUFAs provinham diretamente da dieta (OLSEN, 1998).

Por outro lado, a composição de ácidos graxos dos peixes de água doce, é caracterizada por altas proporções de ω-6 PUFA, especialmente ácido linoléico e ácido araquidônico. Para tanto, a razão total ω-3 para ω-6 de ácidos graxos é inferior para peixes de água doce que para peixes marinhos, estendendo-se de 1 (um) para aproximadamente 4 (quatro) (STEFFENS, 1997). Isto se deve a eles se alimentarem de fitoplâncton de água doce, crustáceos e larvas de insetos, que são ricos em LA ω-6, ALN ω-3 e EPA ω-3, (FARKAS, 1970; STEFFENS, 1997). Algas de água doce apresentam, em geral, grandes quantidades de ALN e AL; entretanto, as espécies *Oscillatoria* (Cyanophyta) e *Cladophora* (Chlorophyta) demonstram um comportamento “atípico”, onde foram encontrados, além dos precursores, altos níveis de ω-3 HUFA, como EPA e DHA (NAPOLITANO, 1998). Em geral, peixes de água doce demonstram ter uma maior capacidade de elongar e dessaturar ácidos

graxos PUFAs de cadeia curta. Com isso, convertem alimento de menor valor nutricional em alimento com maior valor nutricional (MOREIRA et al., 2001).

Em geral, considera-se que peixes cultivados de água doce contêm menor quantidade de ácidos graxos da série ω-3 e maior quantidade de ω-6 (SUÁREZ-MAHECHA et al., 2002). Assim, pesquisas sobre fontes lipídicas na nutrição de peixes de água doce, são muito importantes para o desenvolvimento da aquacultura, pois nela está a possibilidade de se obter melhores resultados nas proporções das relações das séries ω-3 /ω-6. Muitos estudos têm sido realizados buscando o efeito da composição dos ácidos graxos da dieta sobre o metabolismo, especialmente em conexão com a exigência de ácidos graxos essenciais em várias espécies de peixes (JOBLING, 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de Maio a Julho de 2013, totalizando 70 dias, nas dependências do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA/UFAM, no Município de Humaitá – AM. Neste ensaio 320 juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*), com peso médio inicial de 1,72 g ± 0,12, foram distribuídos aleatoriamente em 32 aquários de polietileno com capacidade volumétrica de 50L, cada unidade experimental recebeu 10 alevinos, distribuídos aleatoriamente com fluxo contínuo de água, filtragem e aeração independente e controle de temperatura.

O monitoramento da temperatura e oxigênio dissolvido na água foi realizado diariamente. Além disso, foram monitorados semanalmente os níveis de amônia, nitrito e pH. Neste sistema os parâmetros de qualidade de água mantiveram-se dentro da faixa de tolerância para a espécie e estão apresentados na Tabela 1

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade da água observados num período 70 dias.

Medidas	Amônia (ppm)	Nitrito (ppm)	O.D(2) (mg/L)	pH	T(3) (°C)
Média	0,62	0,06	6,24	6,93	27,81
D.P(1)	0,27	0,05	0,27	0,08	0,29

D.P(1) Desvio Padrão; O.D(2) Oxigênio Dissolvido; T(3) Temperatura.

O Delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Para compor os tratamentos, foram confeccionadas oito rações experimentais: basal (sem adição de óleo, BA), 6% de óleo de linhaça (OL), 3% de OL + 3% de OG (3OL), 2% de OL + 4% de OG (2OL), 6% de óleo de girassol (OG), 6% óleo de côco (OC), 6% óleo de soja (OS) e 3% óleo de soja + 3% óleo de arenque (óleo de peixe, OP).

Tabela 2 – Dietas experimentais com diferentes fontes de lipídeos para juvenis de tambaqui.

INGREDIENTES	**TRATAMENTO**							
	2OL	3OL	OC	OG	OL	OP	OS	BASAL
Farelo de Soja	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	54,3	56,8
Farinha de milho	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	15,0
Farinha de carne	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	16,5
Fibra de Trigo	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Amido de milho	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Premix	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vitamina C	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Sal	1	1	1	1	1	1	1	1
Óleo de Linhaça	2	3	-	-	6		-	-
Óleo de Soja	-	-	-	-	-	3	6	-
Óleo de Peixe	-	-	-	-	-	3	-	-
Óleo de Côco	-	-	6	-	-		-	-
Óleo de Girassol	4	3	-	6	-		-	-
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição centesimal das dietas experimentais								
M.S (%)	88,01	88,01	88,01	88,01	88,01	88,01	88,01	87,39
P.B (%)	32,61	32,61	32,61	32,61	32,61	32,61	32,61	34,52
P.D (%)	28,87	28,87	28,87	28,87	28,87	28,87	28,87	30,51
E.B (kcal/kg)	4166,05	4166,05	4166,05	4166,05	4166,05	4166,05	4166,05	3834,81
E.D (kcal/kg)	2704,21	2704,21	2704,21	2704,21	2704,21	2704,21	2704,21	2332,64
E.E (%)	9,14	9,14	9,14	9,14	9,14	9,14	9,14	3,47
Fibra Bruta (%)	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,81
Cálcio (%)	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,81
P total (%)	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,50
P disponível (%)	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,25
Amido (%)	20,80	20,80	20,80	20,80	20,80	20,80	20,80	22,35
M.M (%)	9,44	9,44	9,44	9,44	9,44	9,44	9,44	10,19
Vitamina C(%)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

P.B= Proteína Bruta; P.D= Proteína Digestível; E.B= Energia Bruta; E.D= Energia Digestível; E.E= Extrato Etéreo; M.M= Matéria Mineral

Os peixes foram arraçoados quatro vezes ao dia (8:30, 11:30, 14:30 e 17:30 horas), com fornecimento até a saciedade aparente. Foram realizadas duas biometrias, para ajustes na quantidade de ração a ser fornecida e obtenção dos

parâmetros de desempenho dos animais. Para avaliar a eficiência das dietas experimentais, as variáveis analisadas foram: consumo diário de ração (CDR), ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de eficiência protéica (TEP), dos tambaquis, segundo as equações abaixo:

CDR= CTR/PE

GP= (PF-PI)/PE

CAA= CR/GP

$TEP=GP/PB_R$

Nas expressões acima, CTR representa o consumo total de ração (g); PE, o período experimental (dias); PB_R, a proteína bruta da ração (%); PF, o peso final (g); PI, o peso inicial (g); CR, o consumo de ração (g); GP, o ganho de peso (g). Para obter dados de desempenho, ao final de 70 dias, todos os peixes e sobras de ração foram pesados.

As médias das variáveis de desempenho: (CDR, GP, CAA e TEP), foram submetidas à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o software ASSISTAT versão 7.6 beta (2013) e, quando detectadas diferenças, foi aplicado o teste de Tukey a 5% para a comparação das médias. O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij},$$

em que y_{ij} = amostragem da parcela referente à dieta i na repetição j (i = 1,2, ... 8) e j = (1,2, ... 4); μ = média geral do experimento; ti = efeito da dieta i (i = 1,2, ..., 8); eij = desvio associado a cada observação, que, por hipótese, tem distribuição normal, média zero e variância δ^2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos parâmetros de desempenho dos alevinos de tambaqui, submetidos às diferentes dietas, são mostrados na Tabela 3. Ao avaliar o desempenho zootécnico de tambaquis utilizando fontes lipídicas em juvenis por 30 dias observou-se melhor conversão alimentar aparente (CAA) ($P<0,05$) quando a fonte de ácidos graxos utilizada foi o óleo de soja (6% óleo de soja/OS). Para a variável de consumo diário de ração (CDR), houve diferença significativa ($P<0,05$), onde tratamento (OS) foi o que apresentou menor consumo de ração, porém melhor conversão alimentar (Tabela 3). Neste período, não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) nos parâmetros de ganho de peso (GP) e taxa de eficiência protéica (TEP) (Tabela 3). A taxa de sobrevivência (SOB) foi de 100% ao longo dos trinta dias, exceto para o tratamento óleo de linhaça (OL) 97,5%.

Ao final dos 70 dias do experimento a conversão alimentar aparente dos animais não foi influenciada ($P>0,05$) pelos diferentes tratamentos durante o período experimental. Esse resultado corrobora com o de (SILVA et al. 1997) os quais testaram níveis de substituição do milho pelo milheto em dietas para alevinos de tambaqui e não encontraram diferenças significativas entre os resultados de conversão alimentar.

A taxa de eficiência protéica que representa a eficiência do animal em transformar proteína em massa corporal, apresentou diferença significativa ($P>0,05$) para os tratamentos sem adição de óleo (BA) e óleo de coco (OC), demonstrando o aumento da eficiência de aproveitamento da proteína para a deposição de tecido. Na Tabela 3 encontram-se os dados referentes ao índice víscero-somático e o índice hepato-somático em função das dietas, onde para estas variáveis não foram observadas diferenças significativas, fato esse pode ser explicado, pois as rações possuem valores nutricionais semelhantes.

Peixes alimentados com ração (BA) e (OC) apresentaram melhores ganho de peso. Estes resultados para o tratamento com óleo de coco confirmam aqueles apresentado por (PEZZATO et al. 2000) que ao analisarem o valor nutricional do farelo de coco para alevinos de tilápia do Nilo, identificaram que a inclusão em até 30% de farelo de coco na ração proporcionou adequado desempenho dos peixes. Foi observado também por esses autores, que os alevinos alimentados com 30% de farelo de coco obtiveram maior ganho em peso, porém, níveis superiores deste

subproduto comprometeram o desempenho dos animais. Para o tratamento BA o que pode explicar o ganho de peso são a relação das concentrações de proteína e energia estarem balanceadas, o que reflete diretamente no crescimento, com elevadas taxas de eficiência alimentar (ELLIS & REIGH, 1991). Deficiência ou excesso de energia digestível na dieta pode reduzir as taxas de crescimento dos peixes (NRC, 1993).

Tabela 3. Desempenho de juvenis de tambaqui (peso inicial 1,72 g±0,12,) alimentados com dietas suplementadas com fontes lipídicas em dietas artificiais isoproteicas e isocalóricas num período de 70.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS								CV[1] (%)
	2OL	3OL	OC	OG	OL	OP	OS	BA	
				Período 0 – 30 dias					
CAA	1.06[ab]	0.99[ab]	0.94[ab]	1,06[a]	0.98[ab]	0,96[ab]	0,85[b]	0,92[ab]	7,84
GP*	6.17	6,36	6,74	6,33	6,09	6.60	6,74	6,74	5,20
TEP*	0,18	0,19	0,20	0,19	0,18	0,20	0,20	0,19	5,16
CDR	1,97[ab]	1,96 [ab]	1,97 [ab]	2,06 [ab]	1,83 [b]	1,95 [ab]	1,79 [b]	2,24[a]	6,57
SOB	100	100	100	100	97,5	100	100	100	-
				Período 0 -70 dias					
CAA*	1,45	1,28	1,28	1,41	1,37	1,46	1,35	1,32	6,65
GP	30,09[ab]	29,83[ab]	31,95[a]	30,54[ab]	26,88[b]	31,37[ab]	30,27[ab]	33,80[a]	6,85
IVS*	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,06	11,32
IHS*	0,012	0,012	0,013	0,013	0,015	0,013	0,011	0,015	27,39
TEP	0,92[ab]	0,91[ab]	0,97[a]	0,93[ab]	0,82[b]	0,96[ab]	0,92[ab]	1,03[a]	6,85
CDR	5.76[ab]	5,12[cd]	6,10[a]	5,58[abc]	5,85[ab]	4,95[d]	5,70[ab]	5,52[bc]	4,17
SOB	100	97,5	100	97,5	97,5	100	97,5	100	-

TRAT= Tratamento; CAA= Conversão alimentar aparente (g); GP= Ganho de peso (g) ; IVS= Índice Víscero-somático (g); IHS= Índice Hepato-somático (g); TEP= Taxa de eficiência protéica (%/dia), CDR= Consumo diário de ração (g); SOB= Sobrevivência (%).* Valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente de acordo com análise de variância (p > 0,05) e teste Tukey (5%). (BA)= (basal,sem adição de óleo,), (OL)= 6% de óleo de linhaça, (3OL)= 3% de OL + 3% de OG ,(2OL)= 2% de OL + 4% de OG ,(OG)= 6% de óleo de girassol,(OC)= 6% óleo de côco,(OS)= 6% óleo de soja e (OP)= 6% de óleo de peixe. CV[1]= Coeficiente de variação

A ração com 3,0% de lipídeos fornece cerca de três vezes mais que a exigência da espécie em ácidos graxos essenciais (NRC, 1993). O presente estudo trabalhou com um nível de 6% de lipídeos nas deitas, onde possivelmente esses níveis de lipídios diminuíram o desempenho dos alevinos; observou- se que à medida que o houve incremento de lipídeo na dieta, este diminuiu a quantidade de

amido presente nas rações (Tabela 2), isso demonstra que o tambaqui utilizou bem o carboidrato da ração sem adição de óleo, fato este em consonância com os resultados de (DEGANI & REVACH, 1991) e (SHIAU, 1997). Os lipídeos atuam como fonte de ácidos graxos essenciais e influencia pouco no fornecimento de energia para o crescimento dos mesmos, concordando com afirmações de (LOVELL, 1989; CHOU & SHIAU, 1996).

Houve diferença significativa no consumo de ração diária (CDR), onde o maior consumo foi no tratamento (OC) o que refletiu em melhor ganho de peso. A taxa de sobrevivência (SOB), ao longo dos setenta dias foi de 100% para os tratamentos: (2OL)= 2% de OL + 4% de OG ,(OG); (OC)= 6% óleo de côco; (OP)= 6% de óleo de peixe e (BA)= (basal,sem adição de óleo BA, e de 97,5% para os tratamentos: (OL)= 6% de óleo de linhaça, (3OL)= 3% de OL + 3% de OG , (OG)= 6% de óleo de girassol, (OS)= 6% óleo de soja e (OP)= 6% de óleo de peixe.

5. CONCLUSÕES

O óleo de coco e a ausência de suplementação de fontes de óleo na ração de tambaqui incrementam parâmetros zootécnicos de tambaqui.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M. S. Ecological role of lipids in the health and success of fish populations. In: ARTS, M. T., WAINMAN, B. C. **Lipids in freshwater ecosystems.** New York : Springer-Verlag,1998. cap. 7, p. 132-160.

ARAÚJO-LIMA, C.R.M.; GOULDING, M. **So fruitful fish**: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. New York: Columbia University Press, 1997. 157p.

BELL, J.G. Current aspects of lipid nutrition in fish farming. In: BLACK, K. D., PICKERING, A. (Eds), **Biology of Farmed Fish**. Sheffield: Sheffield Academic Press, p.114-145, 1998.

BELL, J.G; McEVOY, J.; TOCHER, D.R.; McGHEE, F.; CAMPBELL, P.J.; SARGENT, J.R. Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acids metabolism. **Journal of Nutrition**, v.131, p.1535 - 1543, 2001.

CHO, C. Y. **La energia en la nutrición de los peces.** In: ESPINOSA DE LOS MONTEROS, J. S., LABARTA, U., (eds.). *Nutrición en acuicultura* Madrid, Plan de formación de técnicos superiores en aquicultura, 1987. 2, p.197-237.

CHOU, B.S.; SHIAU, S.Y. Optimal dietary lipid level for growth of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*. **Aquaculture**, v.143, n.2, p.185-195, 1996.

CRUZ, W.D.; MIGUEL, C.B.; BONIFÁCIO, A.D. et al. **Resíduo de cervejaria na alimentação de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier,1818).** Boletim do Instituto de Pesca, v.24(especial), p.133-138, 1997.

DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus X O. niloticus,* and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchel 1822). **Aquaculture and Fisheries Management**, v.22, p.397-403. 1991.

DE SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish nutrition in aquaculture**. London: Chapman & Hall, 1995. 319p.

DE SILVA, SS. et al. Habitat related variations in fatty acids of catadromus *Galáxias maculatus*. **Aquatic Living Resources** v.11, n.6, p. 379-385, 1998.

ELLIS, S.C.; REIGH, R.C. Effects of dietary lipid and carbohydrate levels on growth and body composition of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Aquaculture**, v.97, p.383-394, 1991.

FARKAS, T. The dynamics of fatty acids in the aquatic food chain, phytoplankton, zooplankton, fish. **Annual Biology,** Tihany, v.37, p.165-176, 1970.

FARKAS, T., CSENGERI, I., MAZOROS, F., ***et al***. **Sem on fish Nutrition and diet Development**, S.l. : s.e., 1977. Role of lipids in fish nutrition.: p.58-75,

GATLIN, D.M., STICKNEY, R.R. Fall-winter growth of young channel catfish in response to quantity and source of dietary lipid. **Trans Amer Fish Soc,** v.111, p.90-93, 1982.

GOULDING, M.; CARVALHO. M. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum**,*** Characidae): an important amazonian food fish. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.1, n.2, p.107-133, 1982.

GIBSON, R.A. Australian fish- An excellent source of both arachidonic acid and w-3 polyunsaturated fatty acids. **Lipids**, v. 18, p. 743-752, 1983.

HALILOGLU, H.I. et al. Comparisons of fatty acid composition in some tissues of rainbow (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. **Food Chemistry,** v.86, p.55-59, 2003.

JOBLING, M. Are modifications in tissue fatty acid profiles following a change in diet the result of dilution? Test of a simple dilution model. **Aquaculture,** Amsterdam, v.232, p. 551–562, 2004.

JUSTI, K. C. et al. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with ω-3 fatty acids. **Food Chemistry**, v.80, p.489-493, 2003.

KINSELLA, J.E. 1990 Dietary ω-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. ***Am. J. Clin. Nutr****., 52*: 1-28.

KOHLA, U.; SAINT-PAUL, U.; FRIEBE, J. et al. Growth, **digestive enzyme activities and hepatic glycogen levels in juvenile *Colossoma macropomum* Curvier from South America during feeding, starvation and refeeding**. Aquaculture Fisheries Management, v.23, n.1, p.189-208, 1992.

LÉGER, C. Dévélopement récents de la notion d'acide grãs essentiel chez les poissons. **Ann Nutr Alim,** 34: 207-216, 1980.

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.

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

LOVELL, R.T. **Nutrition and feeding of fish**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989. 260p.

MARTINO, R.C.; CYRINO, J.E.P.; PORTZ, L.; TRUGO, L.C. Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. **Aquaculture**, v.209, p.233 - 246, 2002.

MAYSER, P.; MROWIETZ, U.; ARENBERGER, P.; BARTAK, P.; BUCHVALD, J., CRISTHOPHER, E.; JABLONSKA, S.; SALMOHOFER, W.; SCHILL, W.B.; KRAMER, H.J.; SCHLOTZER, E.; MAYER, K.; SEEGER, W.; GRIMMINGER, F. 1998 Omega-3 fatty acidbased lipid infusion in patients with chronic plaque psoriasis: results of a double-blind, randomized, placebo-controlled, multicenter trial. ***J. Am. Acad. Dermatol***., *38*: 421.

MELO, J.F.B.; NETO, J.R.; SILVA, J.H.S.; TROMBETTA, C.G. Desenvolvimento e composição corporal de alevinos de jundiá (*Rhandia quelen*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.323 - 327, 2002.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.566 - 573, 2002.

MOREIRA, A. B. et al. Fatty acids profile and cholesterol contents of Three Brazilian *Brycon* freshwater fishes. **Journal Food Composition and Analysis**, v.14, p.565-574, 2001.

MOURENTE, G.; GOOD, J. E.; BELL, J. G. Partial substitution of fish oil with rapeseed, linseed and olive oils in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): effects on flesh fatty acid composition, plasma prostaglandins E_2 and F_2□, immune function and effectiveness of a fish oil finishing diet. **Aquaculture Nutrition**, v.11, p.25-40, 2005.

NAPOLITANO, G. E. Fatty acids as trophic and chemical markers In: ARTS, M. T., WAINMAN, B. C. **Lipids in freshwater ecosystems,** New York**:** Springer-Verlag, 1998. cap.2, p. 21-44.

NICOLAIDES, N. ; WOODALL, A. H. Impaired pigmentation in chinnok salmon fed diets deficient in essential fatty acids. **Journal of Nutrition,** Philadelphia, v.78, p.431-437, 1962.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of fishes**. National Academy of Sciences. Washington, DC, 1993.

OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual de pesca: Ciência e tecnologia do pescado.** 1, São Paulo: Varela, 1999. 326p.

OLSEN, Y. Lipids and essential fatty acids in aquatic foods webs: what can freshwater ecologists learn from mariculture. In: ARTS, M. T., WAINMAN, B. C **Lipids in freshwater ecosystems**, 1998. cap. 8, p.161-202.

SARGENT, J.G.M. et al. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture,** Amsterdam, v.177, p.191-199, 1999.

SARGENT, J.R., BELL, J.G., BELL, M.V., HENDERSON, R.J. & TOCHER, D.R. (1995) **Req for essential fatty acids**. J. Appl. Icthyol., 11, 183.

SARGENT, J. G., TOCHER, D. R., BELL, J. G. The lipids. In: HALVER, J. E., HARDY, R. W. **Fish nutrition.** 3rd ed. Ohio: Elsevier, 2002. p.181-257.

SHIAU, S.Y. Utilization of carbohydrates in warmwater fish – with particular reference to tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture**, v.151, p.79-96, 1997.

SILVA, P.C.; FRANÇA, A.F.S.; PADUA, D.M.C.; JACOB, G. Milheto *(Pennisetum americanum)* como substituto do Milho (*Zea mays)* na alimentação do tambaqui *(Colossoma macropomum)*. **Boletim do Instituto da Pesca**, v.24, p.125-131, 1997.

STEFFENS, W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. **Aquaculture,** Amsterdam, v.151, p.97–119, 1997.

STICKNEY, R.R., HARDY, R.W. Lipid requeriments of some warm-water species. **Aquaculture**, n.78, p.145-156, 1989.

SUAREZ-MAHECHA, H. et al. Importância de ácidos graxos poliinsaturados presentes em peixes de cultivo e de ambiente natural para a nutrição humana. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.28, n.1, p.101-110, 2002.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, A.; FURUYA, W.M. Valor nutritivo do farelo de coco para tilápia do Nilo (O. niloticus). **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.695-69, 2000.

PITCHER, T.J.; HART, P.J.B. **Fisheries Ecology**. London: Chapman & Hall, 1982. 414p.

TAKAHASHI, N.S. **Nutrição de peixes**. Disponível em: <http:// www.jundiai.com.br/abrappesq/material11.htm>. Acesso em: 9 out. 2003.

VARGAS, R.J.; SOUZA, S.M.G.; TOGNON, F.C.; GOMES, M.E.C.; KESSLER, A.M. Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p.377 - 381, 2007.

VERGARA, J.M. **Studies on the utilization of dietary protein and energy by Gilthead Seabream *S. spratus***. 1992. 162p. PhD. Tesis of doctorate in Institute of Acuiculture University of Stirling. Scotland.

VISENTAINER , J. V. et al. Influence of diets enriched with flaxseed oil on the a-linolenic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acid in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Food Chemistry,** v.90, p.557-560, 2005.

ZANIBONI FILHO, E.; MEURER, S. **Limitações e potencialidades do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) na região subtropical do Brasil**. Boletim Instituto Pesca, v.24(especial), p.169-172, 1997.

ZHENG, X. et al. Effects of diets containing vegetable oil on expression of genes involved in highly unsaturated fatty acid biosynthesis in liver of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture,** Amsterdam, v.236, p.467-483, 2004 (a).

WILEY, J. e SONS. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**. In: SWERN, D. Ed. Structure and composition of fats and oils. v.1, 841p., 1979