

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZONIA - IMPA

FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA (*Leucaena
leucocephala Lam. de Wit*), COMO FONTE DE PROTEÍNA
PARA JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum
CUVIER 1818*)

Geraldo Pereira Junior

Dissertação apresentada ao
Programa Integrado de Pós
Graduação em Biologia Tropical e
Recursos Naturais, como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Agricultura no Trópico
Úmido.

Manaus - AM
2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA (*Leucaena
leucocephala* Lam. de wit) COMO FONTE DE PROTEÍNA
PARA JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*
CUVIER, 1818).

Geraldo Pereira Junior

Dissertação apresentada ao
Programa Integrado de Pós
Graduação em Biologia Tropical e
Recursos Naturais, como parte dos
requisitos para obtenção do título
de Mestre em Agricultura no Trópico
Úmido.

Manaus-AM

2006

T
639.31
p436t

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA**

**FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit)
COMO FONTE DE PROTEÍNA PARA JUVENIS DE TAMBAQUI (*Colossoma
macropomum* CUVIER, 1818).**

Geraldo Pereira Junior

Orientador: Dr. Manoel Pereira Filho

Co-Orientador: Dr. Rodrigo Roubach

Dissertação apresentada ao
Programa Integrado de Pós Graduação
em Biologia Tropical e Recursos
Naturais, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em
Agricultura no Trópico Úmido.

Fonte Financiadora:

INPA (PPI 2 – 4050).

FAPEAM – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas.

Manaus-AM

2006

T
639.31
f. 3.34

P436 Pereira Junior, Geraldo

Leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818)/ Geraldo Pereira Junior.- 2006.

x.f.: il.

Dissertação (Mestrado) – INPA/UFAM, Manaus, 2006.

Palavras-chave: 1. Piscicultura 2. *Colossoma macropomum* 3. *Leucaena leucocephala* 4. Proteína vegetal 5. Peixes-Nutrição Leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818)

CDD19.ed. 639.2

SINOPSE

Avaliou-se a substituição parcial da proteína da farinha de peixe (FP) pela proteína de farinha de folha de leucena (FFL) em quatro rações experimentais para tambaqui: (T1) ração com 100% da proteína de origem animal, (T2) ração com 7% de substituição da proteína de origem animal pela vegetal, (T3) ração com 14% de substituição da proteína de origem animal pela vegetal, (T4) ração com 21% de substituição da proteína de origem animal pela vegetal. Foram avaliados o ganho de peso, conversão alimentar, taxa de eficiência protéica, taxa de crescimento específico, composição corporal, parâmetros físico-químicos da água e a viabilidade econômica dos níveis de substituição. Os valores de desempenho zootécnico encontrados indicam que o tambaqui é capaz de aproveitar bem ração contendo até 21% de substituição da proteína da FP pela proteína da FFL.

Palavras chave: 1. Piscicultura 2. *Colossoma macropomum* 3. *Leucaena leucocephala* 4. Proteína vegetal 5. Nutrição de peixes

**À minha mãe, Marta
Rangel Pereira, por me
ensinar a ser uma pessoa
melhor a cada dia.
Dedico.**

AGRADECIMENTOS

À FAPEAM pela bolsa e suporte financeiro concedidos.

Ao INPA pela oportunidade.

Ao Dr. Manoel Pereira Filho, por toda paciência, dedicação, orientação, amizade e confiança ao longo desta jornada.

Ao Dr. Rodrigo Roubach, pela co-orientação e apoio.

À Sr.^a Maria Inês de Oliveira Pereira, pela atenção e dedicação nas análises bromatológicas.

À Sra. Suzana Kawashima e Maria de Fátima dos Santos, pela atenção, carinho e dedicação.

À Dr. Joana D'Arc Ribeiro, pelo empenho na coordenação do ATU.

Aos amigos Euler de Melo Nogueira e Flávio Augusto Leão da Fonseca, por toda ajuda e paciência ao longo deste trabalho;

Aos amigos da CPAQ: Daniel R. Ituassú, Renato Carlos Soares e Silva, Eduardo Braga, Rondon Tatsuta, Cristhian Amado Perez, pelo apoio e amizade;

Às amigas: Terezinha Moreira, Elenice Martins Brasil, Jaqueline Andrare, por toda ajuda nas análises de água;

A todos os funcionários da CPAQ, pela ajuda prestada durante a execução do experimento;

A minha grande amiga Raquel da Silva Corrêa por todo carinho, companheirismo e amizade;

Ao meu amigo José da Cunha Medeiros Junior, pela amizade e apoio automobilístico;

Ao meu grande amigo e irmão Julio César Pereira, por tudo.

A minha mãe Marta Rangel Pereira, pela educação e ensinamentos.

A José dos Santos Gonçalves, pela amizade.

Aos amigos de moradia: Raimundo Sousa Lima Junior, Márcio Alécio, Francis Bustamante, Luciano Ricardo Braga Ribeiro, por todos os momentos vividos.

Agradeço, também, a todas as outras pessoas que contribuíram para tornar este momento real.

SUMÁRIO

RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS	4
1.1.1 GERAL	4
1.1.2. ESPECÍFICOS	4
2. MATERIAL E MÉTODOS	5
2.1. ANIMAIS EXPERIMENTAIS	5
2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	5
2.3. RAÇÕES EXPERIMENTAIS	6
2.4. MANEJO DOS PEIXES	6
2.5. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA	9
2.6. ÍNDICES ZOOTÉCNICOS	10
2.6.1. GANHO DE PESO	10
2.6.2. CONVERSÃO ALIMENTAR APARENTE	10
2.6.3. TAXA DE EFICIÊNCIA PROTÉICA	10
2.7. VIABILIDADE ECONÔMICA	11
2.8. COMPOSIÇÃO CORPORAL	11
2.9. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	11
2.9.1. UMIDADE	11
2.9.2. PROTEÍNA BRUTA	11
2.9.3. EXTRATO ETÉREO	12
2.9.4. FIBRA BRUTA	12
2.9.5. CINZA	12
2.9.6. EXTRATO NÃO-NITROGENADO	12
2.9.7. ENERGIA BRUTA	12
3. ANÁLISE DOS DADOS	12

4. RESULTADOS	13
4.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA	13
4.2. DESEMPENHO PRODUTIVO	14
4.2.1. GANHO DE PESO	14
4.2.2. CONSUMO DE RAÇÃO	15
4.2.3. CONVERSÃO ALIMENTAR APARENTE	16
4.2.4. TAXA DE CRESCIMENTO ESPECÍFICO	17
4.2.5. TAXA DE EFICIÊNCIA PROTEICA	18
4.3. COMPOSIÇÃO CORPORAL	19
4.4. VIABILIDADE ECONÔMICA	23
5. DISCUSSÃO	24
5.1. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA	24
5.2. DEEMPENHO PRODUTIVO	27
5.2.1. GANHO DE PESO	27
5.2.2. CONSUMO DE RAÇÃO	28
5.2.3. CONVERSÃO ALIMENTAR APARENTE	29
5.2.4. TAXA DE EFICIÊNCIA PROTEICA	30
5.2.5. TAXA DE CRESCIMENTO ESPECÍFICO	30
5.3. COMPOSIÇÃO CORPORAL	32
5.4. ANÁLISE EONÔMICA	34
6. CONCLUSÕES	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

LISTAS DE TABELAS

TABELA 1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS INGREDIENTES UTILIZADOS NA FORMULAÇÃO DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS.

TABELA 2. COMPOSIÇÃO PERCENTUAL E QUÍMICA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE PELA PROTEÍNA DA FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA.

TABELA 3. MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA, DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL.

TABELA 4. PARÂMETROS DE CRESCIMENTO DOS JUVENIS DE TAMBAQUI ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE PELA PROTEÍNA DA FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA.

TABELA 5. PERCENTUAL DE UMIDADE, PROTEÍNA BRUTA E EXTRATO ETÉREO NO MÚSCULO DE TAMBAQUI NOS DIFERENTES TRATAMENTOS (VALORES MÉDIOS SEGUIDOS DE \pm DESVIO PADRÃO).

TABELA 6. CUSTO DE PRODUÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS E O CUSTO MÉDIO DA RAÇÃO POR QUILOGRAMA DE PESO VIVO GANHO.

TABELA 7. CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO DE UM HECTARE DE LEUCENA.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. UNIDADES EXPERIMENTAIS UTILIZADAS PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA.

FIGURA 2. DISTRIBUIÇÃO ALEATÓRIA DOS TRATAMENTOS NAS UNIDADES EXPERIMENTAIS.

FIGURA 3. GANHO DE PESO VIVO DOS PEIXES ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE PELA PROTEÍNA DA FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA.

FIGURA 4. CONSUMO INDIVIDUAL DIÁRIO DAS RAÇÕES CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE PELA PROTEÍNA DA FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA.

FIGURA 5. COLORAÇÃO DO JUVENIL DE TAMBAQUI ALIMENTADO COM RAÇÃO CONTENDO 0% DE SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE PELA PROTEÍNA DA FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA.

FIGURA 6. COLORAÇÃO DO JUVENIL DE TAMBAQUI ALIMENTADO COM RAÇÃO CONTENDO 7% DE SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE PELA PROTEÍNA DA FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA.

FIGURA 7. COLORAÇÃO DO JUVENIL DE TAMBAQUI ALIMENTADO COM RAÇÃO CONTENDO 14% DE SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE PELA PROTEÍNA DA FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA.

FIGURA 8. COLORAÇÃO DO JUVENIL DE TAMBAQUI ALIMENTADO COM RAÇÃO CONTENDO 21% DE SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DA FARINHA DE PEIXE PELA PROTEÍNA DA FARINHA DE FOLHA DE LEUCENA.

RESUMO

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe onívoro, natural da bacia amazônica, que possui elevado valor comercial. Características de rusticidade e desempenho produtivo destacam esta espécie para criação em cativeiro. Contudo, em criações comerciais de peixes, os custos com alimentação podem corresponder de 50 a 70% dos custos totais de produção, sendo a proteína o nutriente mais caro da dieta. A farinha de peixe vem sendo tradicionalmente utilizada como fonte de proteína em rações para peixes, mas o elevado custo deste produto tem incentivado o estudo de fontes alternativas de proteína. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da substituição parcial da proteína da farinha de peixe (FP) pela proteína da farinha de folha de leucena (FFL) em dietas para juvenis de tambaqui. Um total de 240 juvenis foram distribuídos em 12 caixas plásticas (350 L), em um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0%, 7%, 14%, 21% de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de *leucaena leucocephala*) e três repetições. Foram determinadas a composição corporal, taxa de eficiência protéica, conversão alimentar, ganho de peso, viabilidade econômica e parâmetros físico-químicos da água. Para as variáveis estudadas, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos, indicando que é possível substituir até 21% da proteína da FP pela da FFL em rações para juvenis de tambaqui.

ABSTRACT

Tambaqui (*Colossoma macropomum*) is an omnivorous fish, native to the Amazon drain basin and present high commercial value. Rusticity and high productive are characteristics that make the species interesting for culture. However, in commercial fish culture, the feeding costs can represent 50 to 70% of the total production costs and the protein is the most expensive nutrient of the diet. Fish meal has been used traditionally as protein source in fish feeds, but the high cost of this product has motivated the study of alternative protein sources. The objective of this work was to evaluate the effects of partial replacement of fish meal protein (FP) by the leucena leaf meal protein (FFL) in diets for juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*). A total of 240 juvenile were distributed in 12 plastic boxes (350 L) in a completely randomized design with four treatments (0%, 7%, 14%, 21% replacement of the fish meal protein by the leucena leaf protein) and three replicates. Fish body protein concentration, feed conversion ratio, weight gain and water physicochemical parameters were analyzed. No significant difference ($p>0,05$) was found for all parameters among treatments, indicating that it is possible to replace 21% of FP by the FFL in rations for juvenile tambaqui.

1. INTRODUÇÃO

O tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) é um peixe de hábito alimentar onívoro, natural do rio Amazonas, Orinoco e seus afluentes (Araújo Lima & Gouding, 1998). Esta espécie pode alcançar mais que um metro de comprimento e 30 kg de peso vivo, sendo considerado o segundo maior peixe de escama da Bacia Amazônica (Goulding & Carvalho, 1982).

Este peixe possui grande aceitação nos mercados da região Amazônica, apresentando-se como um produto de alto valor comercial (Araújo, 1989). Estas características contribuíram para tornar o tambaqui uma das espécies mais importantes para os pescadores (Rufino, 2002), aumentando ainda mais as pressões de pesca sobre os estoques naturais. Ferreira (1998), estudando a pesca e a dinâmica de populações de tambaqui na várzea do médio Amazonas, verificou em uma amostra de 19.969 exemplares, que 92,13% dos peixes comercializados estavam abaixo do tamanho mínimo exigido (55 cm) para captura desta espécie (portaria nº1534/89 - IBAMA).

O tambaqui é uma excelente opção para a piscicultura nacional, apresentando várias características favoráveis ao confinamento. É destacada a sua grande rusticidade, tolerância a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água, boa aceitação de subprodutos agroindustriais, boa conversão alimentar, boa adaptação ao cultivo em cativeiro, rápido crescimento (Graef, 1995) e disponibilidade de juvenis para comercialização durante o ano todo (Rolim, 1995).

Para se obter bons resultados em um cultivo comercial de peixes, o alimento consumido pelas espécies deve conter todos os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento (Pereira-Filho, 1995). Este autor chama a atenção para os gastos com a alimentação, que podem corresponder de 60 a 80% do custo total de produção em uma piscigranja, sendo a proteína o nutriente mais caro da dieta (Hepher, 1993).

A farinha de peixe tem sido tradicionalmente usada como fonte de proteína em rações para peixes (Hardy, 1999). Entretanto, devido à falta de padronização no processo de obtenção deste produto e ao seu alto custo comercial, tem-se buscado fontes alternativas de proteína para elaboração de dietas para peixes (Pereira - Filho, 1982; Ximenes - Carneiro, 1991; Carter & Hauler, 2000; Faria *et al.*, 2001; El-Saidy & Gaber, 2003; Furuya *et al.*, 2004; Medri *et al.*, 2005).

Por outro lado, os alimentos de origem vegetal vêm sendo usados com maior frequência na alimentação animal devido ao seu baixo custo e maior disponibilidade, podendo substituir de forma parcial ou total os ingredientes de origem animal (Kubitza, 1999). A utilização dos ingredientes de origem vegetal tem sido muito estudada na elaboração de rações para peixes comerciais (Roubach, 1991; Mori-Pinedo, 1993; Soares *et al.*, 2000; Soares *et al.*, 2001; Galdioli *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2003; Fonseca, 2004;).

No Estado do Amazonas, a piscicultura é a atividade zootécnica de maior destaque, havendo muitas características favoráveis para esta evolução. Entretanto, um grande problema enfrentado pelos piscicultores deste Estado é o custo elevado das rações comerciais. Isso se deve ao fato de grande parte das rações e ingredientes, utilizados na alimentação dos peixes, serem produzidos em outras regiões, elevando o preço de comercialização destes insumos, devido ao transporte. Sendo assim, é necessário que o uso de alimentos alternativos, com potencial de uso em rações para peixes comerciais, seja investigado na região amazônica.

A leucena (*Leucaena leucocephala*) é uma leguminosa originária da América Central, México, sendo encontrada em muitas regiões tropicais do mundo (Kuo, 1982). Trata-se de uma espécie arbustiva, perene, que apresenta raízes profundas, característica que lhe confere excelente tolerância à seca, sendo considerada uma planta bastante rústica. Além da rusticidade, as possibilidades de uso desta espécie contribuíram para sua ampla dispersão. A leucena é utilizada na recuperação de áreas degradadas, adubação verde, produção de madeira, produção de carvão vegetal, sombreamento e quebra vento (Serffert, 1983). Entretanto, o grande destaque desta planta é a sua utilização na alimentação animal (Sá, 1997).

A leucena produz elevadas quantidades de forragem com altos teores de proteína bruta (26%) e minerais (D'Mello & Fraser, 1981), além de possuir palatabilidade apreciável pelos animais (D'Mello & Thomas, 1978). Estas características fazem desta leguminosa uma alternativa de baixo custo para a substituição parcial dos produtos comerciais comumente utilizados na alimentação animal (Costa, 1987).

Por outro lado, a leucena possui um aminoácido não protéico, mimosina, que é um fator antinutricional inibidor competitivo da produção do hormônio Tiroxina (Prasad *et al.*, 1983), produzido na tireóide. Por este motivo, o uso desta leguminosa tem sido limitado na alimentação de algumas espécies animais (Upase & Jadhav, 1994; Oliveira *et al.*, 2000). Entretanto, a quantidade de mimosina na folha de leucena é reduzida com o beneficiamento do material (Mtenga & Lasway, 1994). Além do mais, animais ruminantes possuem bactérias no rumem que são capazes de degradar a mimosina em DHP (3,4-dihydroxypyridona), uma substância não tóxica (Araújo-Filho *et al.*, 1990). Estudos demonstraram que é possível utilizar a leucena como fonte de proteína para ruminantes (Hernandes *et al.*, 1992; Longo, 2002) e para monogástricos (Adeneye, 1991; Muir *et al.*, 1992; Mutayoba *et al.*, 2003), proporcionando aumento na produtividade.

Publicações comprovam que o potencial nutritivo da folha de leucena em dietas para peixes é conflitante. Melhora no crescimento e performance de peixes alimentados com ração contendo folha de leucena foi relatado para espécies de tilápia (Cruz, 1979; Pantastico & Baldia, 1979; Ghatnekar *et al.*, 1982; Santiago *et al.*, 1988 e Rocha, 2004) e para *Labeo rohita* (Bairagi *et al.*, 2004). Por outro lado, piora no desempenho zootécnico de peixes alimentados com dietas contendo leucena foi reportada para espécies de tilápia (Jackson *et al.*, 1982; Wee & Wang, 1987) e carpa comum (Mohire & Devaraj, 1990; Hasan *et al.*, 1997).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a substituição parcial da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala*) em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

2.2. Específicos

- a) Avaliar os efeitos da substituição parcial da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena nas rações sob os parâmetros físico-químicos da água;
- b) Avaliar o desempenho produtivo de juvenis de tambaqui alimentados com dietas contendo níveis crescentes de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína de farinha de folha de leucena;
- c) Avaliar o efeito da substituição parcial da proteína da farinha de peixe pela proteína de farinha de folha de leucena nas rações sobre a composição corporal dos animais experimentais;
- d) Determinar a viabilidade econômica da substituição parcial da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena em rações para juvenis de tambaqui.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido, por um período de 60 dias, na Coordenação de Pesquisas em Aqüicultura/CPAQ, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA, Manaus - AM.

3.1. Animais experimentais

Foram utilizados 250 juvenis de tambaqui, com peso médio inicial de $41,1 \pm 4,83$ g, provenientes dos estoques da CPAQ/INPA.

3.2. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido seguindo um delineamento experimental inteiramente casualizado constituído de quatro tratamentos e três repetições, perfazendo 12 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi representada pela média de peso de 20 indivíduos acondicionados em uma caixa plástica redonda com capacidade para 350 L, abastecida com água de poço artesiano, aeração constante, renovação diária de água e monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água.

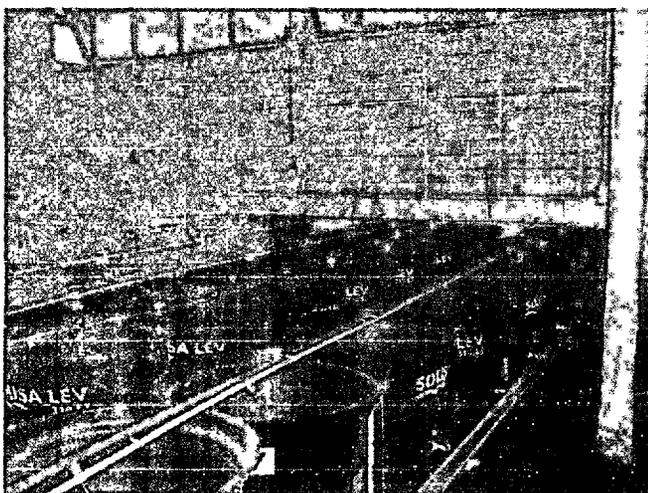


Figura 1. Unidades experimentais utilizadas para realização da pesquisa.

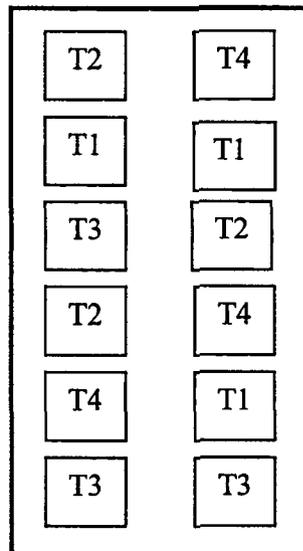


Figura 2. Distribuição aleatória dos tratamentos nas unidades experimentais.

3.3. Rações experimentais

Foram formuladas quatro dietas experimentais com níveis crescentes de substituição (0,0; 7,0; 14,0 e 21,0 %) da proteína da farinha de peixe (FP) pela proteína da farinha de folha de leucena (FFL).

Para obtenção da FFL, foram coletados ramos de plantas adultas para retirada das folhas, sendo as mesmas desidratadas em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura constante de 30 °C, por 48 horas. Após a desidratação, os folíolos foram retirados e moídos em moedor de carne, com matriz fina de 6 mm.

Os ingredientes utilizados na composição das rações foram analisados bromatologicamente antes da formulação, pesados em balança com a capacidade de 1,2 kg e 0,01 g de precisão. Após pesagem os ingredientes foram misturados, umedecidos e processados em moedor de carne, com matriz de 6 mm, para a formação dos peletes. Para secagem destes, foi usada uma estufa com circulação forçada de ar, a temperatura constante de 30 °C.

Após a elaboração das rações, foram coletadas amostras para determinação de suas composições centesimais, e o restante foi guardado em sacos plásticos de 2 kg e armazenado em freezer de onde foram removidas sempre que necessário.

Tabela 1. Composição centesimal dos ingredientes utilizados na formulação das rações experimentais.

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	ENN (%)	Cinzas (%)
Farinha de peixe	87,6	62,1	8,5	-	-	13,1
Milho	89,5	8,1	3,6	1,6	75,5	0,5
Farelo de trigo	90,2	16,0	3,4	4,8	61,1	4,6
Farelo de glútem de milho	91,2	39,4	0,4	0,6	48,1	2,0
Óleo de soja	100,0	-	10,0	-	-	-
Farinha de folha de leucena	90,3	21,0	3,5	12,0	48,6	6,1

Ms = Matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; ENN = extrativo não nitrogenado.

Tabela 2. Composição percentual e química das dietas experimentais com diferentes níveis de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena.

Ingredientes	Quantidade (%)			
	T1	T2	T3	T4
Farinha de peixe	36,0	33,0	31,0	28,0
Milho	27,0	43,0	41,0	32,0
Farelo de trigo	34,0	7,0	0,0	1,0
Farelo de glútem de milho	0,0	6,0	8,0	10,0
Óleo de soja	2,0	2,0	4,0	6,0
Farinha de folha de leucena	0,0	8,0	15,0	22,0
Premix	1,0	1,0	1,0	1,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Matéria seca (%)	92,5	91,5	91,7	91,6
Proteína bruta (%)	30,5	32,8	33,1	35,3
Extrato etéreo (%)	6,6	6,4	7,6	8,7
Cinzas (%)	7,1	5,5	5,3	5,4
Fibra bruta (%)	3,9	2,6	4,2	4,4
ENN (%)	44,4	44,2	41,5	37,8
Energia bruta (Kcal/kg)	4168	4270	4289	4364
EB:PB	13,6	13,0	12,95	12,3

Ms = Matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FB = fibra bruta; ENN = extrativo não nitrogenado.

3.4. Manejo dos Peixes

Para aferir a homogeneidade dos animais experimentais, foi realizada ao início do experimento, uma biometria tomando-se o peso em grama, com uma balança eletrônica com 0,5 g de precisão. Posteriormente foi realizado um sorteio, para distribuição aleatória dos juvenis de tambaqui nas caixas plásticas, onde receberam os tratamentos a que foram submetidos.

Para adaptação às condições experimentais, os peixes foram alimentados com uma dieta controle contendo 32% de proteína bruta, durante uma semana. Após esta fase, os animais foram submetidos a um jejum de 24 horas e, posteriormente, alimentados duas vezes ao dia (8:30 e 16:30 h) com a ração experimental, até a saciedade aparente, sendo registrado o consumo diário de ração de cada unidade experimental, para determinação dos índices zootécnicos.

Para verificação do desempenho produtivo dos peixes, todos os animais foram submetidos a duas biometrias, a primeira no início do experimento, para aferir a homogeneidade dos lotes, e a segunda, no final do experimento, para avaliar o efeito de cada ração sobre o desempenho dos peixes. Para facilitar este trabalho, foi usada uma solução com anestésico, 100 mg/L de benzocaína (Gomes *et al.*, 2001).

3.5. Parâmetros Físico-Químicos da Água

A cada sete dias foram realizadas, em todas as unidades experimentais, medidas de condutividade elétrica, amônia e nitrito (mg/L), sendo utilizados um condutivímetro digital, o método do endofenol e colorimetria, respectivamente. Já as medidas de temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH foram tomadas diariamente pela manhã (9 h), sendo as duas primeiras determinadas com oxímetro e a última com um medidor de pH digital de bancada.

3.6. Índices Zootécnicos

As variáveis avaliadas para a determinação dos índices zootécnicos foram o ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência protéica e taxa de crescimento específico.

3.6.1. Ganho de peso (GP)

O ganho de peso foi determinado pela diferença entre o peso médio final e o peso médio inicial dos peixes em cada tratamento.

$$\mathbf{Gp = Pf - Pi}$$

Onde: Gp = ganho de peso; Pf = peso médio final (g); Pi = peso médio inicial (g).

3.6.2. Conversão alimentar aparente (CAA)

A conversão alimentar aparente foi determinada dividindo-se a quantidade de ração consumida em cada unidade experimental, pelo ganho de peso dos peixes (g) ao final do experimento.

$$\mathbf{CA = RC/GP}$$

Onde: CA = conversão alimentar; RC = ração consumida (g); GP = ganho de peso (g).

3.6.3. Taxa de eficiência protéica (TEP)

A taxa de eficiência protéica foi determinada conforme proposto por Jauncey & Ross (1982), em que:

$$\mathbf{TEP = GP / PC}$$

Onde: TEP = taxa de eficiência protéica; GP = ganho de peso (g); PC = proteína consumida (g).

3.6.4. Taxa de Crescimento Específico (TCE)

A taxa de crescimento específico foi determinada através da seguinte fórmula:

$$\mathbf{TCE = 100 * [(ln Pf - ln Pi)/t]}$$

Onde: Pf = Peso final (g); Pi = Peso inicial; ln: Logaritmo natural; t = dias de experimento.

3.7. Composição corporal

Para medir os efeitos dos tratamentos sobre a composição corporal dos animais experimentais, amostras de juvenis de tambaqui foram escolhidas aleatoriamente no início (n=10) e no final do experimento (n=3 em cada unidade experimental), para determinação da umidade, proteína bruta e extrato etéreo.

3.8. Viabilidade econômica

Para avaliar a viabilidade econômica das substituições da FP pela do FFL nas rações, foi determinado o custo médio do alimento por quilograma de peso vivo ganho, segundo Bellaver *et al.* (1985).

$$Y_i = Q_i \times P_i / G_i$$

Onde: Y_i = custo médio em ração por quilograma ganho no i-ésimo tratamento; Q_i = quantidade média de ração consumida no i-ésimo tratamento; P_i = preço médio por quilograma de ração utilizada no i-ésimo tratamento; G_i = ganho médio de peso do i-ésimo tratamento.

3.9. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

As análises da composição centesimal dos ingredientes, rações e peixes foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Peixes/CPAQ/INPA, segundo metodologia descrita pela A.O.A.C. (1997).

3.9.1. Umidade

A umidade foi determinada considerando-se a perda de peso durante a pré-secagem, mais o peso perdido quando as alíquotas do material foram submetidas à temperatura de 105° C até peso constante.

3.9.2. Proteína bruta (PB)

Foi calculada nas amostras através da determinação do nitrogênio total, pelo método de micro-kjeldahl. As concentrações de proteína bruta das amostras foram obtidas multiplicando-se os valores de nitrogênio total pelo fator de conversão 6,25.

3.9.3. Extrato etéreo (EE)

Os teores de extrato etéreo (fração lipídica) foram determinados por extração contínua com solvente éter de petróleo num extrator intermitente em aparelho Soxhlet.

3.9.4. Fibra bruta (FB)

Foi determinado o resíduo por digestão ácido-básica de acordo com o método de Weende (Estação de Agricultura Experimental de Weende/Alemanha).

3.9.5. Cinza (CZ)

As concentrações de cinza total foram determinadas em amostras incineradas em mufla a 550°C durante 3 horas.

3.9.6. Extrato não-nitrogenado (EEN)

Os valores do extrato não-nitrogenado (carboidrato) foram obtidos pelo cálculo da diferença entre a totalidade do peso seco de cada amostra menos os valores percentuais de PB, EE, FB e CZ.

3.9.7. Energia bruta (EB)

A Energia bruta foi estimada com base nos valores calculados de energia para proteína = 5,64 Kcal/g, extrato etéreo = 9,44 Kcal/g e carboidratos = 4,11Kcal/g (National Research Council, 1993).

4. Análise de dados

Para avaliar os efeitos dos tratamentos, foi usada a análise de variância (ANOVA), sendo as médias discriminadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS

5.1. Parâmetros físico-químicos da água

Os valores médios para as variáveis físico-químicas da água não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos, conforme apresentado na Tabela 3.

Durante o período experimental, observou-se que a água das unidades experimentais que receberam rações contendo FFL apresentou coloração escura. Provavelmente, esta coloração foi influenciada pelos pigmentos da folha de leucena. Nestas mesmas unidades, foi observada uma grande quantidade de sedimentos orgânicos depositados no fundo, sendo necessária uma maior frequência de limpeza.

Tabela 3. Média e desvio padrão dos parâmetros de qualidade da água, durante o período experimental.

Parâmetros	Rações experimentais			
	T1	T2	T3	T4
Oxigênio (OD) (mg/L)	5,7 ± 0,2 a	5,5 ± 0,1 a	5,7 ± 0,1 a	6,0 ± 0,4 a
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-2}$)	23,3 ± 0,6 a	23,8 ± 0,7 a	23,5 ± 0,5 a	23,6 ± 0,3 a
pH	5,2 ± 0,0 a	5,3 ± 0,0 a	5,3 ± 0,0 a	5,2 ± 0,0 a
Amônia total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$) (mg/L)	0,3 ± 0,0 a	0,3 ± 0,1 a	0,3 ± 0,0 a	0,3 ± 0,0 a
Nitrito (NO_2) (mg/L)	0,0 ± 0,0 a	0,1 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 a
Dureza (mg de CaCO_3/L)	3,7 ± 0,0 a	3,8 ± 0,0 a	3,7 ± 0,0 a	3,5 ± 0,0 a
Alcalinidade (mg de CaCO_3/L)	5,2 ± 0,0 a	5,4 ± 0,0 a	5,1 ± 0,0 a	5,1 ± 0,0 a
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	28,2 ± 0,0 a	28,2 ± 0,0 a	28,2 ± 0,0 a	28,0 ± 0,0 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

5.2. Desempenho Produtivo

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para as variáveis de desempenho produtivo analisadas. Os valores médios encontrados para ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar aparente, taxa de eficiência protéica e taxa de crescimento específico estão apresentados na Tabela 4. Durante o período experimental não foi registrada mortalidade em nenhum dos tratamentos.

5.2.1. Ganho de peso

A figura 3 apresenta os resultados obtidos para o ganho de peso dos peixes alimentados com dietas contendo níveis crescentes de substituição da proteína da FP pela proteína da FFL. Observa-se que os peixes do tratamento IV foram os que apresentaram os valores mais elevados para esta variável ($55,38 \pm 7,42$). Por outro lado, os peixes alimentados com a dieta controle, apresentaram os piores resultados para o ganho de peso ($51,74 \pm 6,13$), sendo estes superados pelos tratamentos III ($52,03 \pm 9,62$) e II ($53 \pm 4,16$), respectivamente.

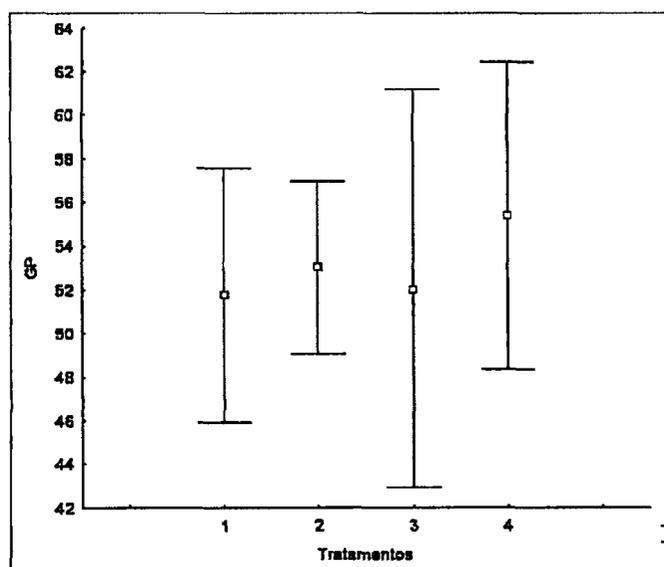


Figura 3. Ganho de peso vivo dos peixes alimentados com dietas contendo níveis crescentes de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena.

5.2.2. Consumo individual diário de ração

Apesar dos resultados encontrados para o consumo de ração não apresentarem diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos, verifica-se que o tratamento II apresentou maior valor para esta variável ($2,1 \pm 0,1$), estando o tratamento IV com resultado ligeiramente inferior ($2,0 \pm 0,1$). O menor consumo de ração pelos peixes foi registrado no tratamento I ($1,8 \pm 0,1$) e tratamento III ($1,9 \pm 0,1$), respectivamente.

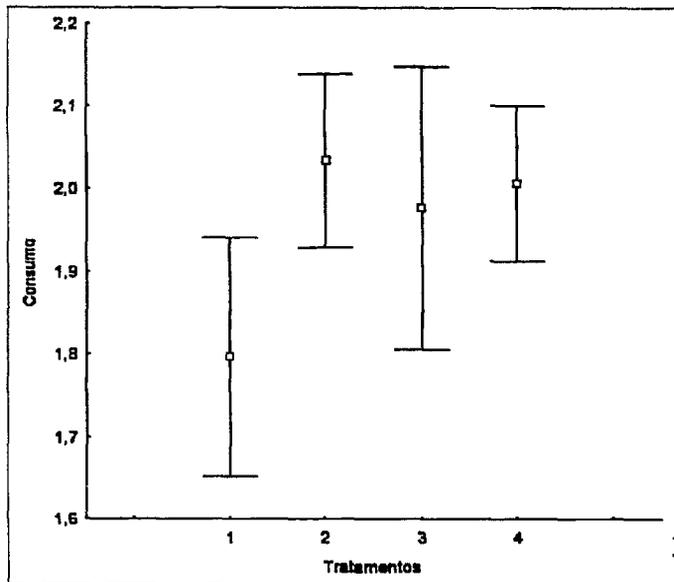


Figura 4. Consumo individual diário das rações contendo níveis crescentes de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena.

5.2.3. Conversão alimentar aparente

No tocante à conversão alimentar, observa-se que os melhores resultados foram dos tratamentos II ($2,69 \pm 0,20$) e IV ($2,71 \pm 0,17$), sendo o valor do primeiro ligeiramente melhor. Os piores resultados para esta variável foram observados nos tratamentos III ($2,89 \pm 0,95$) e tratamento I ($2,86 \pm 0,24$), respectivamente.

5.2.4. Taxa de crescimento específico

O melhor resultado para esta variável foi do tratamento IV ($1,39 \pm 0,09$), estando o tratamento II com valor próximo ($1,34 \pm 0,07$). Os piores resultados foram observados nos tratamentos I ($1,30 \pm 0,16$) e III ($1,31 \pm 0,07$), respectivamente.

5.2.5. Taxa de eficiência protéica

Para a taxa de eficiência protéica, os tratamentos II e IV apresentaram os mesmos valores ($1,17$), sendo estes inferiores ao resultado encontrado no tratamento I ($1,44 \pm 0,0$), mas superiores ao valor encontrado no tratamento III ($1,07 \pm 0,50$), conforme a Tabela 4.

Tabela 4. Parâmetros de desempenho dos juvenis de tambaqui entre os diferentes tratamentos após 60 dias de experimento.

Tratamento	Variáveis de desempenho						
	PI	PF	GP	Consumo	CA	TCE	TEP
	g	g	g	g	g	%	%
1	41,1 ± 0,4	92,8 ± 5,9	51,7 ± 6,1 a	1,8 ± 0,1 a	2,8 ± 0,2 a	1,3 ± 0,1 a	1,4 ± 0,0 a
2	41,1 ± 1,3	94,3 ± 4,3	53,0 ± 4,1 a	2,0 ± 0,1 a	2,6 ± 0,2 a	1,3 ± 0,0 a	1,1 ± 0,0 a
3	40,7 ± 1,0	90,7 ± 4,1	52,0 ± 9,6 a	1,9 ± 0,1 a	2,8 ± 0,9 a	1,3 ± 0,1 a	1,0 ± 0,5 a
4	41,3 ± 0,2	96,6 ± 7,6	55,3 ± 7,4 a	2,1 ± 0,1 a	2,7 ± 0,1 a	1,3 ± 0,0 a	1,1 ± 0,0 a

PI: peso inicial; PF: peso final; GP: ganho de peso; Consumo: consumo individual diário de ração; CA: conversão alimentar; TCE: taxa de crescimento específico; TEP: taxa de eficiência protéica.

5.3. Composição corporal

A composição centesimal dos peixes no início e no fim do experimento está apresentada na Tabela 5. Não foram encontradas diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos para a composição corporal dos animais experimentais.

Para os teores de proteína bruta, observa-se que os peixes alimentados com dietas controle apresentaram maior valor para esta variável ($13,0 \pm 1,0$), sendo seguidos pelos tratamentos IV ($12,2 \pm 0,1$), III ($12,1 \pm 0,6$) e II ($11,8 \pm 0,3$), respectivamente.

Para o extrato etéreo, apesar de não haver diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos, observa-se que os peixes alimentados com dietas contendo FFL apresentaram maior deposição de gordura corporal, sendo o maior valor referente ao tratamento II ($9,8 \pm 0,2$), III ($9,7 \pm 0,4$), IV ($9,6 \pm 0,4$), respectivamente. Os peixes alimentados com a dieta controle apresentaram o menor valor para o extrato etéreo ($9,5 \pm 0,9$).

Para cinza, o maior valor foi observado nos peixes do tratamento III ($2,9 \pm 0,0$) e o menor valor foi observado nos peixes do tratamento II ($2,5 \pm 0,3$). Os peixes dos tratamentos I e IV apresentaram valor semelhante para esta variável.

Durante a realização desta pesquisa, observou-se que os peixes alimentados com as rações experimentais contendo FFL apresentaram cor da pele diferente dos peixes alimentados com a ração controle. À medida que aumentavam os níveis de inclusão da FFL nas dietas, aumentava também o tom da coloração verde-amarelado dos peixes, conforme apresentado nas Figuras 5, 6, 7 e 8.

Tabela 5. Percentual de umidade, proteína bruta, cinza e extrato etéreo no músculo dos tabaquis nos diferentes tratamentos (Valores médios seguidos de \pm desvio padrão).

Tratamento	UM	PB	CZ	EE
Inicial	75,7	13,9	2,6	5,6
I	72,8 \pm 1,0	13,0 \pm 1,53 a	2,8 \pm 0,7 a	9,5 \pm 0,9 a
II	72,8 \pm 0,7	11,8 \pm 0,3 a	2,5 \pm 0,3 a	9,8 \pm 0,2 a
III	72,3 \pm 1,0	12,1 \pm 0,6 a	2,9 \pm 0,0 a	9,7 \pm 0,4 a
IV	72,7 \pm 1,3	12,2 \pm 0,1 a	2,8 \pm 5,4 a	9,6 \pm 0,4 a

Inicial = Análise centesimal do tabaquis no início do experimento.

EE = Extrato etéreo; PB = Proteína Bruta; UM = Umidade.

Letras diferentes representam diferenças significativas ($P < 0,05$).

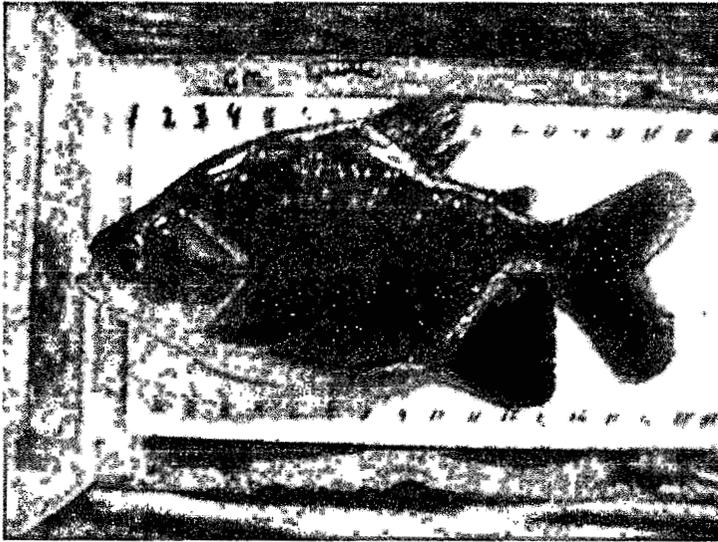


Figura 5. Coloração do juvenil de tambaqui alimentado com ração contendo 0% de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena.

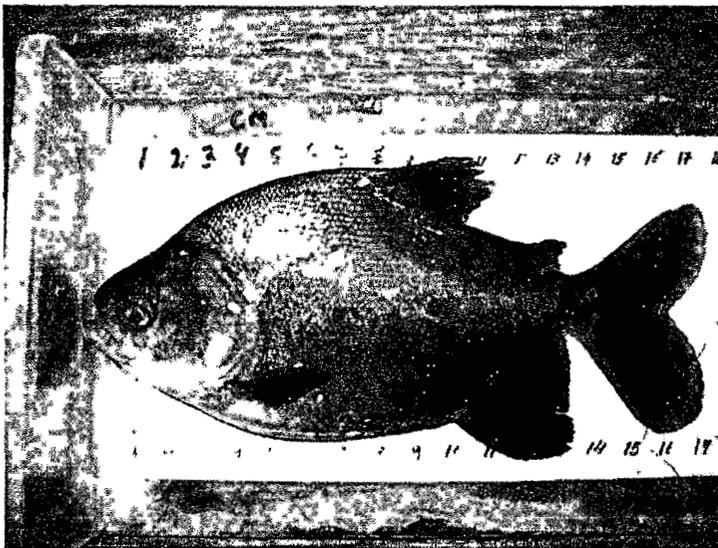


Figura 6. Coloração do juvenil de tambaqui alimentado com ração contendo 7% de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena.

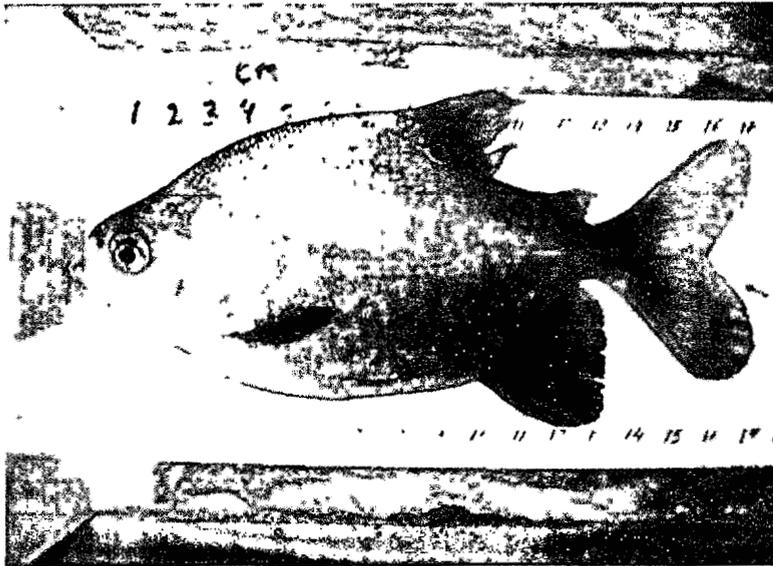


Figura 7. Juvenil de tambaqui alimentado com ração contendo 14% de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena.

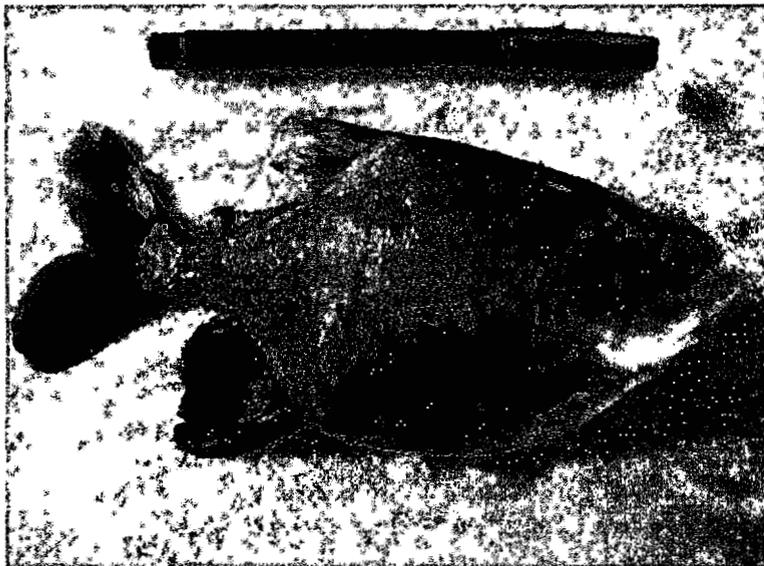


Figura 8. Juvenil de tambaqui alimentado com ração contendo 21% de substituição da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena .

5.4. Viabilidade econômica

Na tabela 7 (anexo) está representado o custo total estimado para produção de 1 hectare de leucena, sendo esperada uma produtividade da farinha de folha de leucena em 13 Ton/ha/ano, com 25% de proteína bruta.

Para avaliar a viabilidade econômica da substituição parcial da proteína da FP pela proteína da FFL foi determinado o custo médio da ração por quilograma de peso vivo ganho em cada tratamento. Para determinar este índice foi estimado o custo de produção das dietas experimentais, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Custo de produção das dietas experimentais e o custo médio da ração por quilograma de peso vivo ganho.

Ingrediente	Unidade	Valor unitário (R\$)	Custo das rações experimentais (R\$)			
			T1	T2	T3	T4
Farinha de peixe	kg	1,80	64,80	59,40	55,80	50,40
Milho	kg	0,45	12,15	19,35	18,45	14,40
Farelo de trigo	kg	0,25	8,50	1,75	-	0,25
Premix	kg	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Farelo glúten de milho	kg	1,00	-	6,00	8,00	10,00
Óleo de soja	L	1,20	2,40	2,40	4,80	7,20
Farinha leucena	kg	0,16	-	1,28	2,40	3,52
TOTAL (100 kg)	-	-	101,85	104,18	103,45	99,77
Custo/kg de ração	-	-	1,01	1,04	1,03	0,99
Custo médio/kg de PV ganho	-	-	3,21	3,67	3,52	3,28

Observar-se que as dietas experimentais apresentaram valores muito próximos para os custos de produção. Apesar dos resultados serem parecidos, a ração IV foi a mais barata (R\$ 0,99/kg), seguida da ração I (R\$ 1,01/kg), ração III (R\$ 1,03/kg) e ração II (R\$ 1,04/kg), respectivamente.

6. Discussão

6.1. Parâmetros físico-químicos da água

6.1.1. Alcalinidade total

A alcalinidade total está diretamente ligada à capacidade da água em manter seu equilíbrio ácido-básico. As águas com alcalinidade total inferior a 20 mg CaCO_3/L apresentam baixa capacidade em resistir a variações de pH (poder tampão). Para alcalinidade total, não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os valores médios para os diferentes tratamentos, sendo que os baixos valores encontrados neste estudo estão relacionados à ausência de calagem.

6.1.2. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é um parâmetro qualitativo que fornece informações relacionadas à capacidade que a água possui em conduzir eletricidade. Os valores de condutividade observados neste trabalho não mostraram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

6.1.3. Oxigênio

O oxigênio é um parâmetro de grande relevância nos ecossistemas aquáticos. Para se obter sucesso em piscigranjas é necessário que o oxigênio dissolvido na água esteja em concentrações apropriadas. Para Kubitza (2003) as concentrações de oxigênio dissolvido na água devem ser mantidas, preferencialmente, acima de 4 mg/L em cultivos comerciais de peixes.

O tambaqui é um peixe que suporta baixos níveis de oxigênio dissolvido na água (Graef, 1995). Segundo Saint-Paul (1984), esta espécie pode suportar, por um período curto, concentrações de até 0,5 mg/L de oxigênio dissolvido na água.

Os valores médios de OD encontrados neste trabalho ($5,69 \pm 0,13$ e $5,72 \pm 0,42$) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, atendendo às exigências da espécie.

6.1.4. Amônia

A amônia é o principal produto de excreção dos organismos aquáticos. Este cátion é produto do metabolismo de proteínas pelos peixes e pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias. Quando a concentração da amônia aumenta em ambientes aquáticos, ocorre uma diminuição de excreção deste composto, podendo ocasionar sérias mudanças fisiológicas no animal (Vinatea, 1997). Para a maioria das espécies de peixes de interesse comercial, a faixa de tolerância de amônia compreende valores entre 0,6 a 2,0 mg/L, sendo que a toxicidade deste íon aumenta com o aumento do pH e da temperatura.

Ismiño-Orbe *et al.* (2003) avaliaram a influência da amônia no desenvolvimento do tambaqui e concluíram que se trata de uma espécie bastante rústica, podendo ser mantida em concentrações de amônia de até 0,46 mg/L sem comprometimento do seu crescimento.

Para a amônia não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, sendo que os valores encontrados ($0,31 \pm 0,03$ e $0,39 \pm 0,10$) estão dentro dos padrões recomendados para cultivo do tambaqui.

6.1.5. Nitrito

O nitrito (NO_2^-) é um composto intermediário do processo de nitrificação, em que a amônia é transformada (oxidada) por bactérias para nitrito e logo a seguir para nitrato (NO_3^-), em sistemas de aquicultura. Este composto possui a capacidade de oxidar a hemoglobina do sangue, convertendo-a em meta-hemoglobina (molécula incapaz de transportar oxigênio), provocando, assim, morte dos organismos por asfixia. Os valores níveis de nitrito encontrados nesta pesquisa ficaram entre $0,05 \pm 0,01$ e $0,10 \pm 0,07$, estando dentro da faixa aceitável pela espécie.

6.1.6. Dureza

Quase toda dureza da água está determinada pelo conteúdo de sais de cálcio e de magnésio. Os valores de dureza encontrados nesta pesquisa ($3,57 \pm 0,02$ e $3,85 \pm 0,03$ mg de CaCO_3/L) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos estudados.

6.1.7. pH

O pH é um parâmetro muito especial nos ambientes aquáticos, podendo ser a causa de muitos fenômenos químicos e biológicos. A escala de pH compreende valores de 0 a 14. O pH 7 indica uma condição neutra na água, onde há um equilíbrio entre os íons H^+ e OH^- . Como regra geral os valores de pH próximos à neutralidade (6,5 a 8,0) são mais adequados à produção de peixes.

Neste experimento não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para os valores do pH ($5,25 \pm 0,02$ e $5,29 \pm 0,03$), sendo estes considerados baixos, devido a ausência de calagem. Para Kubitzka (2003), quando a alcalinidade é muito baixa, compromete a capacidade de tamponamento do ecossistema aquático e, portanto, este apresenta flutuações no valor de pH. Entretanto, em ambiente natural, o tambaqui vive em águas ácidas (Araújo-Lima & Goulding, 1998), estando adaptado a estas condições.

Os valores para esta variável, encontrados neste trabalho, estão próximos aos valores observados por Rocha (2004), para tilápias *Oreochromis niloticus*. Porém, foram inferiores aos observados por Fernandes *et al.* (2000), para *Piaractus mesopotamicus* e por Melo *et al.* (2001), para tambaqui *Colossoma macropomum*.

6.1.8. Temperatura

Dentre os parâmetros físicos, a temperatura desempenha um papel de destaque sobre todos os organismos aquáticos, pois está relacionada a inúmeros processos biológicos, desde a velocidade de simples reações químicas até a distribuição ecológica de uma espécie animal. Cada espécie de peixe apresenta uma exigência em temperatura (Kubitzka, 2003). O tambaqui, por exemplo, é um peixe de águas quentes, necessitando de temperaturas entre 25 a 32 °C para obter um ótimo crescimento (Cyrino & Kubitzka, 1996).

Neste trabalho não foram observadas diferenças significativas entre as médias das temperaturas nos diferentes tratamentos, sendo que os valores encontrados ($28,08 \pm 0,03$ e $28,27 \pm 0,01$) estão dentro da faixa de conforto para a espécie. Valores próximos foram observados por Gomes *et al.* (2004) (29,7 °C), Melo *et al.* (2001) (entre 28,3 e 28,9 °C) que avaliaram o cultivo do tambaqui.

6.2. Desempenho Produtivo

6.2.1. Ganho de peso

O ganho de peso é um índice zootécnico que expressa a alteração da massa corporal do animal em um determinado período de tempo. Os resultados para esta variável, encontrados neste estudo, sugerem que o tambaqui é um peixe capaz de aproveitar bem rações contendo FFL. Isso porque não houve efeito ($p > 0,05$) dos níveis de substituição da proteína da FP pela proteína do FFL sobre o ganho de peso dos animais experimentais. Estes resultados concordam com os obtidos por Bairagi *et al.* (2004) para *Labeo rohita*, que observaram melhores valores para este índice quando peixes foram alimentados com dietas contendo FFL inoculada com bactérias intestinais de peixes. Segundo este autor, as folhas de leucena inoculadas com bactérias intestinais de peixe (*Bacillus circulans* e *Bacillus subtilis*) apresentaram decréscimos nos conteúdos de mimosina e tanino, sugerindo que tais microorganismos são capazes de degradar estes fatores antinutricionais.

Wee & Wang (1987) alimentaram tilápias *Oreochromis niloticus* com farinha de folha de leucena mergulhada em água fresca (30°C), por um período de 48 horas, e verificaram que é possível substituir até 25% da proteína da FP pela proteína da FFL, sem comprometimento da variável ganho de peso. Para estes autores, a imersão das folhas de leucena em água permite a extração de parte da mimosina, melhorando a qualidade deste alimento. Este fato também foi reportado por (Pascual & Penãflorida, 1975 e Vogt *et al.*, 1986)

Os resultados encontrados neste trabalho também concordam com Rocha (2004), que não observou diferença significativa para o ganho de peso de tilápias *Oreochromis niloticus* alimentadas com rações contendo 35% de inclusão de FFL. Para este autor, o bom desempenho das tilápias está relacionado com a degradação da mimosina, durante o processamento da farinha de folha de leucena.

Por outro lado, piores resultados para o ganho de peso foram encontrados por Jackson *et al.* (1982), Santiago *et al.* (1988) e Hasan *et al.* (1997), os quais observaram redução no peso final dos peixes com o aumento dos níveis de FFL nas dietas. Para estes autores, a mimosina e a menor digestibilidade das dietas

contendo FFL, foram responsáveis pelos baixos valores de ganho de peso observados.

Muitos alimentos de origem vegetal possuem fatores antinutricionais, a exemplo do farelo de soja, que possui um fator anti-tríptico, um inibidor da tripsina. A degradação dos fatores antinutricionais é de fundamental importância para que alimentos sejam utilizados na alimentação animal. Muitos estudos demonstram que é possível desativar fatores antinutricionais com o aumento da temperatura.

Os resultados para o ganho de peso, encontrados no presente estudo, podem estar relacionados com a degradação da mimosina durante o processamento da farinha de folha de leucena. Para secagem das folhas, o material vegetal foi colocado em uma estufa a uma temperatura de 40^o C, durante 24 horas. Esta temperatura pode ter ativado enzimas da própria planta para degradar a mimosina (autólise), conforme reportado por Tangendjaja (1994).

6.2.2. Consumo de ração

As plantas pertencentes à família das leguminosas são amplamente utilizadas na alimentação animal, sendo consideradas favoráveis para o aumento da produtividade em sistemas agropecuários. Entretanto, a aceitação pelos animais é um fator determinante na hora de escolher a espécie vegetal a ser cultivada. A leucena é uma planta que apresenta muitas características favoráveis ao cultivo, sendo destacada a sua palatabilidade.

Os resultados para consumo de ração obtidos neste trabalho, evidenciam que os peixes alimentados com dietas contendo FFL apresentaram maior valor para esta variável, sugerindo que o tambaqui possui boa aceitação às rações contendo FFL. Isso foi observado diariamente durante os horários de alimentação, sendo que os peixes que receberam dietas com FFL apresentaram atividade intensa para o consumo. Isto pode ser explicado pelo hábito alimentar do *Colossoma macropomum*, sendo que alimentos de origem animal e vegetal fazem parte da sua dieta. A palatabilidade da leucena também pode ter contribuído para os valores de consumo de ração encontrados neste estudo.

Os resultados para a variável consumo de ração, encontrados nesta pesquisa, corroboram com os encontrados por Bairagi (2004) e Rocha (2004) que

não verificaram diminuição no consumo de ração com níveis crescentes de inclusão de FFL nas dietas. Por outro lado, discordam dos resultados observados por Jackson (1982) e Wee & Wang (1987), para tilápias, que encontraram diminuição no consumo de ração com aumento dos níveis de FFL, sendo atribuído à mimosina o menor desempenho para esta variável.

6.2.3. Conversão alimentar aparente (CAA)

Conversão alimentar aparente é um índice zootécnico que estima a quantidade de ração necessária para proporcionar ao animal um quilograma de peso vivo ganho. Neste trabalho, em todos os tratamentos, os valores para conversão alimentar aparente encontrados foram considerados altos para o cultivo de tambaqui. Isso pode estar relacionado com a baixa atividade física dos peixes durante o período experimental. Hackbarth (2004) verificou que matrinxãs (*Brycon cephalus*), um peixe de piracema igual ao tambaqui, submetidas a exercícios físicos sustentados, fizeram um melhor uso das rações ofertadas, o que foi confirmado com a diminuição dos valores de CAA em até 54%. Resultado semelhante foi mencionado por Davison (1997), para truta (*Onchorhynchus mykiss*).

Os resultados encontrados nesta pesquisa concordam com os obtidos por Bairagi *et al.* (2004) para rohu *Labeo rohita*, que não observaram diferenças significativas para esta variável com o aumento dos níveis de FFL nas rações. Para este autor, a inoculação da folha de leucena com bactérias intestinais de peixe, proporcionou diminuição no teor de fibra bruta e aumento na quantidade de aminoácidos livres, melhorando a qualidade do alimento e favorecendo boa conversão alimentar.

Por outro lado, discordam dos resultados encontrados por Hasan *et al.* (1997) para carpa comum, que observaram piora na conversão alimentar dos peixes com a inclusão de FFL nas dietas. Este autor atribuiu os piores resultados para CAA à baixa digestibilidade das rações contendo FFL.

Discordam, ainda, de Jackson *et al.* (1982), Wee & Wang (1987) e Santiago *et al.* (1988), os quais encontraram diferença significativa para esta variável, quando tilápias foram alimentadas com dietas contendo níveis de

inclusão de FFL. Para estes autores, a mimosina foi a principal responsável para o fracasso CAA das tilápias.

6.2.4. Taxa de crescimento específico

Trata-se de um termo zootécnico usado em aquicultura no cálculo da produção após certo período de tempo. Os resultados para a taxa de crescimento específico obtidos neste trabalho concordam com os obtidos por Bairagi *et al.* (2004), que não observaram diferenças significativas para esta variável quando peixes foram alimentados com dietas contendo FFL. Contudo, discordam dos resultados encontrados por Rocha (2004) os quais encontraram diferenças significativas para taxa de crescimento específico com aumento de FFL nas dietas. Discordam, ainda, dos resultados obtidos por Van der Meer *et al.* (1995) que utilizando dietas contendo o farelo de soja (FS) ou a farinha de peixe (FP) como fontes protéicas para juvenis de tambaqui, verificaram que a dieta com FP proporcionou maior taxa de crescimento.

6.2.5. Taxa de eficiência protéica

Este índice zootécnico está relacionado com a capacidade que o animal possui em aproveitar a proteína contida no alimento. Os resultados encontrados nesta pesquisa indicam que o tambaqui foi eficiente na utilização da proteína contida na dieta, independente da origem. Estes resultados assemelham-se aos obtidos, para rohu *Labeo rohita*, por Bairagi *et al.* (2004), que não verificaram diferenças significativas para esta variável com a inclusão de FFL nas dietas. Entretanto, diferem dos encontrados por Jackson *et al.* (1982), Wee & Wang (1997) e Rocha (2004), que observaram redução na taxa de eficiência protéica dos peixes com aumento dos níveis de FFL nas rações.

Os valores de desempenho produtivo analisados neste trabalho indicam que a FFL é um alimento com potencial de uso em rações para juvenis de tambaqui. O comportamento das variáveis zootécnicas observados neste estudo pode estar relacionado ao hábito alimentar da espécie, uma vez que, de acordo com Goulding (1980), o tambaqui é caracterizado como onívoro, podendo aproveitar uma ampla gama de alimentos vegetais, sendo que sementes são itens frequentes na sua dieta. Para Araújo-Lima & Goulding (1998), a capacidade que

este peixe possui em aproveitar alimentos de origem vegetal está relacionada com adaptações morfológicas do aparelho digestivo.

As células vegetais são caracterizadas por apresentar, na parede celular vegetal, uma grande quantidade de celulose. Trata-se de um carboidrato estrutural de grande estabilidade, sendo uma barreira para ação de enzimas que atuam no processo digestivo. Animais superiores são incapazes de produzir celulase, enzima que degrada a celulose, o que dificulta o aproveitamento dos alimentos de origem vegetal. Entretanto, a presença de bactérias celulolíticas, presentes no rumem dos ruminantes e no intestino de alguns monogástricos, degradam a celulose, facilitando o processo de digestão. Hopher (1993) menciona que a flora bacteriana gastrintestinal dos peixes é complexa e auxilia no processo de digestão de componentes alimentares difíceis de serem digeridos, a exemplo da celulose.

Os animais utilizados neste estudo estavam na fase juvenil, sendo esta caracterizada por intensa síntese de tecidos, havendo maior necessidade de nutrientes e energia. Para atender a demanda metabólica dos peixes, é necessário que os ingredientes contidos nas rações sejam digeridos e absorvidos ao longo do aparelho digestivo. Por isso, é provável que as dietas experimentais não tenham apresentado diferenças para a digestibilidade, mais essa é uma suposição que precisa ser testada.

Outros estudos apontam para a capacidade que o tambaqui possui em utilizar bem alimentos de origem vegetal em dietas artificiais. Podemos citar o experimento conduzido por Kohla *et al.* (1992), que alimentaram o *Colossoma macropomum* com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de proteína de origem vegetal e, verificou que os peixes alimentados com ração contendo 50% de proteína bruta de origem animal e vegetal cresceram melhor do que quando a fonte de proteína era exclusivamente animal.

Roubach (1991) avaliou o desempenho em crescimento do *colossoma macropomum* utilizando frutos e sementes de áreas alagáveis da região amazônica e, concluiu que a melhor performance da espécie ocorreu quando alimentada com dieta composta pelas sementes de munguba (*Pseudobombax munguba*).

Kohla *et al.* (1992) avaliaram o coeficiente de digestibilidade do tambaqui, utilizando sementes de jauari (*Astrocaryum jauari*), seringa barriguda (*Hevea spruceana*), seringa comum (*Hevea brasiliensis*) e munguba (*Pseudobombax munguba*). Concluíram que os coeficientes de digestibilidade da proteína mostraram-se dentro dos padrões de aproveitamento da proteína de origem vegetal pelos peixes.

Silva *et al.* (2003) estudaram o efeito da incorporação de duas espécies de frutos e de duas espécies de sementes em uma dieta referência sobre a digestibilidade dos nutrientes e a velocidade de transito do alimento pelo trato gastrointestinal do tambaqui. Estes autores concluíram que frutos e sementes das florestas de igapó e várzea são fontes importantes de nutrientes e energia para este peixe, podendo ser utilizados como ingredientes alternativos em substituição a itens tradicionais de rações.

6.3. Composição corporal

A composição corporal dos peixes no início do experimento foi de 13,9% de proteína bruta, 5,6% de extrato etéreo e 2,6% de cinzas. Ao final da pesquisa, observa-se uma diminuição para os valores de proteína bruta e cinzas na carcaça dos peixes e um aumento na deposição de gordura corporal, em todos os tratamentos. Este fato pode estar relacionado com a diminuição da atividade física dos peixes durante o período experimental, já que no início deste estudo, os animais estavam alojados em um viveiro, sendo, posteriormente, confinados em uma caixa plástica com capacidade para 350 litros, para realização deste trabalho. Resultado semelhante a este foi reportado por Hackbarth (2004), que avaliou as respostas metabólicas e de crescimento de exemplares de matrinxãs (*Brycon cephalus*), submetidos a exercício contínuo de longa duração, pelo período de 37 e 72 dias, concluindo que os peixes submetidos a maior tempo de exercício incorporaram mais aminoácidos e proteínas no músculo. Este mesmo autor também observou níveis reduzidos de lipídios no músculo dos peixes, indicando que as matrinxãs submetidas a exercício intenso utilizam as vias lipídicas para obtenção de energia.

Além do mais, o zooplâncton produzido naturalmente nos viveiros é uma importante fonte de nutrição para o tambaqui, sendo capaz de fornecer a esta

espécie todos os aminoácidos essenciais. Desta forma, estes microcrustáceos podem, em parte, ser responsável pelo melhor crescimento dos peixes criados em viveiro (Araújo-Lima & Goulding, 1998).

A composição corporal dos peixes esta relacionada, entre outros fatores, com a qualidade e quantidade do alimento ingerido. Após ingestão, o alimento é conduzido ao estômago, onde é misturado com fluidos gástricos, especialmente ácido clorídrico e pepsina. Estes fluidos cobrem a superfície do alimento e com os movimentos peristálticos do músculo do estômago, o material ingerido é quebrado em partes menores para iniciar o processo digestivo (Araújo Lima & Goulding, 1998). Segundo Kohla *et al.* (1992), existe uma correlação positiva entre a atividade da pepsina no tambaqui é a quantidade de alimento no estômago. Isso pode explicar os resultados obtidos neste estudo, onde os maiores valores para proteína corporal dos peixes, foram observados nos tratamentos onde a ração foi mais consumida, sugerindo que pode ter havido maior ação da pepsina no bolo alimentar.

Os animais experimentais alimentados com dietas contendo FFL apresentaram deposição de gordura corporal ligeiramente superior aos peixes do tratamento controle. Isso pode ser explicado pelos maiores níveis de inclusão de óleo nas dietas contendo FFL. Resultado semelhante foi encontrado por Lanna *et al.* (2004) que avaliaram os efeitos de diferentes níveis de fibra bruta e de óleo na composição química da carcaça de tilápias, concluindo que a maior inclusão de óleo à ração tem efeito significativo no depósito de gordura corporal. Também podemos citar os trabalhos de Melo *et al.* (2003), para jundiá (*Rhamdia quelen*) e de Sampaio *et al.* (2000), para tucunaré (*Cichla sp.*), que constataram aumento de lipídios na composição química da carcaça dos peixes com dietas contendo níveis crescentes de lipídio.

Resultados similares aos encontrados neste estudo foram reportados por Rocha (2004) que não observou diferença significativa para a composição corporal de tilápias alimentadas com rações contendo níveis crescentes de FFL. Também concorda com El-Saidy (2003), que verificou uma relação positiva entre o aumento no teor de proteína corporal de tilápias e os níveis crescentes de proteína vegetal nas dietas. Para estes autores, isto está relacionado ao fato de a proteína não ter sido utilizada como fonte energética, possivelmente em função de

um adequado balanceamento das rações, que poderia ter atendido as necessidades energéticas dos peixes.

Entretanto, discordam com Wee & Wang (1987), Hasan *et al.* (1997), Bairagi (2004), que encontraram diferença significativa ($p < 0,05$) na composição corporal de peixes alimentados com rações contendo níveis crescentes de FFL. Discordam, ainda, de Regost *et al.* (1999), Chou *et al.* (2003) que verificaram uma tendência decrescente da proteína muscular dos peixes, com o aumento dos níveis de proteína vegetal nas rações. Estes autores também observaram que houve maior deposição de gordura corporal nos peixes alimentados com rações contendo FP, como principal ingrediente protéico. Isso se deve ao fato destas dietas também apresentaram maior nível de extrato etéreo, indicando direcionamento do extrato etéreo da dieta para uso como fonte energética.

6.4. Análise de custos

Quanto à análise de custo obtida neste trabalho (R\$/kg ganho de peso), não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos, indicando que a substituição parcial da proteína da FP pela proteína da FFL nas dietas não proporcionou redução dos custos de produção do tambaqui. Este resultado discorda do obtido por Chabalin *et al.* (1992), que utilizou restos de feira na alimentação do pacu *Piaractus mesopotamicus*, uma espécie que tem necessidade nutricional semelhante ao tambaqui, e observou uma redução de 55% no custo de produção. Discorda, ainda, dos resultados encontrados por Soares *et al.* (2000), para piavuçu *Leporinus macrocephalus*, que observaram redução dos custos com o aumento dos níveis de substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola. Também discorda dos resultados encontrados por Furuya *et al.* (1997), para tilápias *Oreochromis niloticus*, que observaram efeito quadrático para esta característica, com diminuição dos custos até o nível de 25,36% de inclusão do farelo de canola nas dietas.

Entretanto, concorda com os resultados encontrados por Soares (1998), para carpa capim *Ctenopharyngodon idella*, e Galdioli *et al.* (2002), para curimatá *Prochilodus lineatus*, que não verificaram diminuição dos custos de produção com níveis crescentes de inclusão de farelo de canola nas rações experimentais.

Apesar dos níveis de substituição analisados neste trabalho não terem proporcionado diminuição nos custos de produção desta espécie, observa-se que a FFL foi o ingrediente mais barato (R\$ 0,16/kg) utilizado na elaboração das dietas experimentais, conforme apresentado na tabela 5. Para promover um balanceamento das rações experimentais, á medida que aumentavam os teores de FFL nas dietas, aumentavam também os níveis de outros ingredientes, a exemplo do milho, farelo de glútem de milho e óleo de soja, conforme apresentado na tabela 2. Estes ingredientes apresentam-se com elevado custo de comercialização, proporcionando um aumento considerável no custo de produção das dietas contendo FFL.

Sendo assim, é necessário que outras fontes alternativas com potencialidades de uso na elaboração de dietas para peixes sejam identificadas e estudadas na região amazônica.

7. Conclusão

É viável a substituição de até 21% da proteína da farinha de peixe pela proteína da farinha de folha de leucena, em rações de juvenis de tambaqui, sem que haja comprometimento da qualidade da água, dos parâmetros de desempenho avaliados neste trabalho, nem da composição corporal dos peixes. No entanto, estas substituições, nos níveis estudados, também não resultaram em redução nos custos de produção.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adeneye, J.A. 1991. Mimosine content in various fractions of *Leucaena leucocephala* grown in Western Nigeria. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam. 33: 349-353.
- A.O.A.C. 1997. Official Methods of Analysis. 17th. Ed. Gaithersburg, USA: Association of Official Analytical Chemists Int.
- Araújo, O.J. 1989. Situação do cultivo de "Colossoma" no Brasil. In: Hernandez, A. *Cultivo de Colossoma*. Ed. Guadalupe LTDA. p. 207-218.
- Araújo-Filho, J.A.; Leite, E.R.; Mesquita, R.C. 1990. Dieta e desempenho de caprinos em banco de proteína na região Sobral. Ceará. EMBRAPA/CNPQ. 14pp. (boletim de pesquisa, 15).
- Araújo-Lima, C.; Goulding, M. 1998. Os frutos do tabaqui: Ecologia, Conservação e cultivo na Amazonia. Brasília: MCT-CNPQ, 186p.
- Bairagi, A.; Ghosh, K.S.; Sen, S.K.; Ray, A.K. 2004. Evaluation of the nutritive value of *Leucaena leucocephala* leaf meal, inoculated with fish intestinal bacteria *Bacillus subtilis* and *Bacillus circulans* in formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Aquaculture Research*, 35: 436-446.
- Bellaver, C.; Fialho, E.T.; Protas, J.F.S. 1985. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 20(8): 969-974.
- Carter, G.G.; Hauler, R.C.; 2000. Fish meal replacement by plant meals in extruded feeds for Atlantic Salmon, *Salmo solar* L. *Aquaculture*, 185: 299-311.

- Chabalin, E.; Palhares, F.J.V.; Ferraz, J.A.; Neves, E.M. 1992. Viabilidade econômica da utilização de resíduos hortifrutigranjeiros na criação do pacu, *Piaractus mesopotamicus*, em gaiolas. Boletim técnico do CEPTA, 5: 23-29.
- Chou, R.L.; Her, B.Y.; Su, M.S.; Hwang, G. 2003. Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 17 (3): 1-9.
- Costa, N.L. 1987. Recomendações técnicas para o cultivo da leucena. Porto Velho. EMBRAPA-UEPAE. 8pp. (comunicado técnico, 50).
- Cruz, E.M. and Laudencia, I.L. 1979. Screening of feedstuffs as ingredients in the rations of Nile tilapia. Academic Press, New York, NY p. 263-291.
- Cyrino, J. E. P. & Kubitz, F., 1996. Piscicultura. Ed. SEBRAE. Coleção Agroindústria. Cuiabá. MT, 8: 86.
- Davison, W. 1997. The effects of exercise training on teleost fish, a review of recent literature. *Comp. Biochemistry Physiology*. 117: 67-75.
- D'Mello, J.P.F.; Thomas, D. 1978. The nutritive value of the leucaena leaf meal from Malawi studies with young chicks. *Tropical Agricultural Trinidad*, 55: 45-50.
- D'Mello, J.P.F.; Fraser, K.W. 1981. The composition of leaf meal from *Leucaena leucocephala*. *Tropical Science*, 23(1): 75-78.
- El-Saidy, D.M.S. & Gaber, M.A. 2003. Replacement of fish a mixture of different plant protein sources in juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) diets. *Aquaculture Research*, 34: 1119-1127.
- Faria, A.C.E.; Hayashi, C.; Soares, C.M. 2001. Substituição parcial e total da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para alevinos de piavuçu,

Leporinus macrocephalus (Garavelho & Britski, 1988). *Acta Scientiarum*, 23 (4): 835-840.

Ferreira, L.R.C. 1998. Subsídios ao manejo do tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) na várzea do médio Solimões: Pesca, Dinâmica, Estimativa de densidade e Dispersão. Dissertação de mestrado do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 77pp.

Fernandes, J.B.K.; Carneiro, D.J.; Sakomura, N.K. 2000. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(3): 646-653.

Fonseca, F.A.L. 2004. Substituição de farinha de peixe por proteína de origem vegetal com adição de protease exógena na digestibilidade de ração para juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*). Dissertação de mestrado do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 41pp.

Furuya, V.R.B.; Hayashi, C.; Furuya, W.M. 1997. Farelo de canola na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), durante o período de reversão do sexo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 26(6): 1067-1073.

Furuya, W.M.; Hayashi, C.; Furuya, V.R.B.; Sakaguti, E.S.; Botaro, D. 2004. Farelo de soja em rações para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*, 26(2): 203-207.

Galdioli, E.M.; Hayashi, C.; Soares, C.M.; Furuya, V.R.B.; Faria, A.C.A. 2002. Substituição da Proteína do Farelo de Soja pela Proteína do Farelo de Canola em Rações para Alevinos de Curimatá (*Prochilodus lineatus* V.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(2): 552-559.

- Ghatnekar, S.D.; Auti, D.G.; Kamat, V.S. 1982. Feeding *Leucaena leucocephala* to Mozambique tilapia and Indian major carp. *Australian Veterinary Journal*, 52: 257-268.
- Gomes, L.C.; Chippari-Gomes, A.R.; Lopes, N.P.; Roubach, R.; Araújo -Lima, C.A.R.M. 2001. Eficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*. *Journal of the World Aquaculture society*, 32(4): 426-431.
- Gomes, L.C.; Brandão, F.R.; Chagas, E.C. Ferreira, M.F.B.; Lourenço, J.N.P. 2004. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade do tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. *Acta Amazônica*, 34 (1): 111-113.
- Goulding, M. 1980. The fish and the forest. Explorations in Amazonian Natural History. University of California Press, Los Angeles. 280p.
- Goulding, M. & Carvalho, M.L. 1982. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): An important amazonian food fish. *Revista Brasileira de Biologia*, 1(2): 107-133.
- Graef, E. W. 1995. As espécies de peixes com potencial para a criação. in: Val, A.L. e Honczark, A. (Eds). *Criando peixes na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, AM.160pp.
- Hackbarth, A. 2004. Respostas metabólicas e de crescimento de matrinxãs (*Brycon cephalus* Gunther, 1869) submetidos ao exercício sustentado. Dissertação de mestrado da Universidade Federal de São Carlos, 88pp.
- Hardy, R.W. 1999. Aquaculture's rapid growth requirements for alternate protein sources. *Feed Management*, 50: 25-28.

- Hasan, M.R.; Macintosh, D.J.; Jauncey, K. 1997. Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio*) fry. *Aquaculture*, 151: 55-70.
- Hepher, B. 1993. Nutrición de peces comerciales em estanques. Editorial Limusa, S.A. de C.V., México. 406 pp.
- Hernandes, D.; Hernandez, I.; Hernandez, C.A.; Carballo, M.; Carnet, R.; Mendonza, R. 1992. Ceba de bovinos com *Andropogon gayanus* CIAT – 621 complementado com um banco de proteína de *Leucaena leucocephala* y *Neonotonia weghtii*. *Pastos y Forragens*, 15: 153-163.
- Ismiñó-Orbe, R.A.; Araújo-Lima, C.A.; Gomes, L.C. 2003. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(10): 1-7.
- Jackson, A.J.; Capper, B.S. and Matty, A.J. 1982. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, 27: 97-109.
- Jauncey, K.; Ross, B. 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. Scotland, University of Stirling. 111pp.
- Kohla, U.; Saint-Paul, U.; Friebe, J.; Wernicke, D. Hilbe, V. Braum, E.; Gropp, J. 1992. Growth, digestive enzyme activities and hepatic glycogen levels in juvenile *Colossoma macropomum* Cuvier from South America during feeding, starvation and refeeding. *Aquaculture and Fisheries Management*, 23: 189-208.
- Kubitza, F. 1999. Nutrição e alimentação dos peixes cultivados. 3^o edição, Jundiaí, SP, 123pp.

- Kubitza, F. 2003. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Jundiaí. SP, 229pp.
- Kuo, Y.L.; Chou, C.U.; Hu, T.W. 1982. Allelopathic potencial of *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Research Report*, 3: 65-70.
- Lanna, E.A.T.; Pezzato, L.E.; Furuya, W.M.; Vicentini, C.A.; Cecon, P.R. Barros, M.M. 2004. Fibra bruta e óleo em dietas praticas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6): 1-12.
- Longo, C. 2002. Avaliação do uso de *Leucaena leucocephala* em dietas de ovinos da raça Santa Inês sobre o consumo, a digestibilidade e a retenção de nitrogênio. Dissertação de mestrado da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 62pp.
- Medri, V.; Medri, W.; Filho, M.C. 2005. Desempenho de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes níveis de proteína de levedura de destilaria em tanques-rede. *Acta Scientiarum*, 27(2): 221-227.
- Melo, L.A.S.; Izel, A.C.U.; Rodrigues, F.M. 2001. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental. Série Documentos 18. p. 30.
- Melo, J.F.B.; Bijink, C.L.; Neto, J.R. 2003. Efeito da alimentação na composição química da carcaça do jundiá (*Rhamdia quelen*). *Biodiversidade Pampeana*, 1(1): 12-23.
- Mohire, K.L. and Devaraj, K.V. 1990. Supplemental feeds containg subabul leaf meal for rearing common carp. *Aquaculture Research*, 34: 93-95.
- Mori-Pinedo, L. A. 1993. Estudo da possibilidade de substituição do fubá de milho (*Zea mays* L.) por farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) em rações para alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818).

Dissertação de mestrado do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 65pp.

Mtenga, L. A.; Lasway, G. D. 1994. *Leucaena leucocephala* as feed for rabbits and pigs: detailed chemical composition and effect of level of inclusion on performance. *For Ecol. Manag.*, Amsterdam, 64(2): 249-257.

Muir, J.P.; Massaete, E.S.; Tsombre, N.H. 1992. Effect of *Leucaena leucocephala* and *Brassica napus* on growth of pigs fed wheat bran diets. *Livestock Research for Rural Development*. 4(2): 251-260.

Mutayoba, S.K. Mutayoba, B.M.; Okot, P. 2003. The performance of growing pullets fed diets with varying energy and leucaena leaf meal levels. *Livestock Reserch for Rural Development*, 15(8): 139-148.

National Research Council - NRC. 1993. Nutrients requirements of warmwater fishes and shellfishes. Washington: Academy Press. 102pp.

Oliveira, P.B.; Murakami, A.E.; Garcia, E.R.M. 2000. Influência de fatores antinutricionais da leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena cunningans*) e do feijão guandu (*Cajanus cajan*) sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29(6): 1759-1769.

Pantastico, J.B. and Baldia, J.P. 1979. Ipil-IPil leaf meal as suplement feed for *T.nilotica* in cages. *Aquaculture*, 5(2): 63-68.

Pascual, F.P. and Penãflorida, V. 1979. The extraction of mimosine from ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*) by soaking in water. *Aquaculture*, 3(3): 4-6.

Pereira-Filho, M. 1982. Preparo e utilização de ingredientes produzidos em Manaus, no arraçoamento do matrinxã, *Brycon* sp. Dissertação de mestrado do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, Amazonas. 82pp.

- Pereira-Filho, M. 1995. Nutrição de peixes em cativeiro. p61-74. *In: Val, L.A. & Honczark, A. (Eds). Criando peixes na Amazônia.* Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, Amazonas.160pp.
- Prasad, C.M.; Singh, R.L.; Prasad, L.K. 1983. Effect of feeding kubabul (*Leucaena leucocephala*) leaf-meal on commercial broilers. *Animal Science*, 53: 111-113.
- Regost, C.; Arzel, J.; Kaushik, S.J. 1999. Partial or total replacement of fish meal by corn glúten meal in diet for turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 180: 99-117.
- Rocha, A.S. 2004. Substituição do farelo de soja por feno de leucena (*Leucaena leucocephala*) na alimentação de tilápias (*Oreochromis niloticus*). Monografia de graduação da Universidade Federal do Piauí. 49pp.
- Rolim, P.R. 1999. A infra-estrutura básica para criação de peixes no Amazonas. *In: Val, L.A. & Honczark, A. (Eds) Criando peixes na Amazônia.* Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, Amazonas. 160pp.
- Roubach, R. 1991. Uso de frutos e sementes de florestas inundadas na alimentação o tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). . Dissertação de mestrado do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 79pp.
- Ruffino, M.L. 2002. Estatística pesqueira do Amazonas e Pará. Ibama; ProVárzea. 73pp.
-
- Sá, J.P.G. 1997. *Leucaena leucocephala*: Utilização na alimentação animal. Londrina: Iapar, (circular nº 96).
- Saint Paul, U. 1984. The neotropical Serrasalmid *Colossoma macropomum*: a promising species for fish culture in Amazonia. *Analysis Research and Development*, Hamburg, 22(1): 7-35.

- Sampaio, A.M.B.; Kubitzka, F.; Cyrino, J.E.P. 2000. Relação energia:proteína na nutrição do tucunaré. *Science Agrícola*, 57(2): 1-13.
- Santiago, C.B.; Aldaba, M.B.; Laron, M.A.; Reyes, O.S. 1988. Reproductive performance and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock fed diets containing *Leucaena leucocephala* leaf meal. *Aquaculture*, 70: 53-61.
- Schimittou, H.R. 1993. Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume. Associação Americana de Soja/Mogiana Alimentos. Ed. Coelho. Traduzido por Eduardo Ono. Campinas. SP. P. 78.
- Serffert, N.F.; Thiago, L.R.L.S. 1983. Legumineira, cultura forrageira para a produção de proteína. EMBRAPA-CNPQC. 52pp. (circular técnica, 13).
- Silva, J.A.M.; Pereira-Filho, M.; Oliveira-Pereira, M.I. 2003. Frutos e sementes consumidos pelo tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) incorporados em rações. Digestibilidade e velocidade de transito pelo trato gastrointestinal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(2): 2-12.
- Soares, C.M.; Hayashi, C.; Furuya, V.R.B. 1998. Farelo de canola na alimentação de alevinos de carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella* V.). *Acta Scientiarum*, 20(3): 395-400.
- Soares, C.M.; Hayashi, C.; Furuya, V.R.B.; Furuya, W.M.; Galdioli, E.M. 2000. Substituição parcial e total da proteína do farelo de canola na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*, L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29 (1): 15-22.
- Soares, C.M.; Hayashi, C.; Faria, A.C.E.A.; Furuya, W.M. 2001. Substituição da Proteína do Farelo de Soja pela Proteína do Farelo de Canola em dietas para a tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(4): 1172-1177.

- Tangendjaja, B.; Lowry, J.B. and Wills, R.B.H. 1994. Optimisation of conditions for the degradation of mimosine in *Leucaena leucocephala* leaf. *Science Food Agricola*, 35: 613-616.
- Upase, B.T. and Jadhav, A.J. 1994. Effect on subabu (*Leucaena leucocephala*) leaf meal feeding on sexual maturity, feed and economical efficiency of growing layer chicks. *Poultry Advisor*, 27: 33-36.
- Van der Meer, M.B.; Huisman, E.A. & Verdegem, M.C.J. 1996. Feed consumption, growth and protein utilization of *Colossoma macropomum* (Cuvier) at different dietary fish meal/soya meal ratios. *Aquaculture Research*, 27: 531-538.
- Vinatea, L. A. 1997. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis. Ed. Da UFSC. p. 166.
- Vogt, G., Quintio, E.T. and Pascual, F.P. 1986. *Leucaena leucocephala* leaves in formulated feed for *Penaeus monodon*: a concrete example of the application of histology in nutrition research. *Aquaculture*, 59: 209-234.
- Wee, K.L.; Wang, S.S. 1987. Nutritive value of *Leucaena* leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. *Aquaculture*, 62: 97-108.
- Ximenes-Carneiro, A.R. 1991. Elaboração e uso de ensilado biológico de pescado na alimentação de alevinos de tambaqui *Colossoma macropomum*, (Cuvier, 1818). Dissertação de mestrado do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 81pp.

Tabela 7. Custo total de produção de um hectare de leucena.

PREPARO DE MUDAS				
Discriminação	Unidade	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Sacos plásticos	Milheiro	20,00	8	160,00
Sementes	kg	10,00	2	20,00
Adubo orgânico	ton.	100,00	1	100,00
Mão-de-obra	dia	30,00	4	120,00
Carrinho de mão	Un.	65,00	1	65,00
Pá de jardim	Un.	5,00	2	10,00
Pá grande	Un.	14,00	1	14,00
Subtotal	-	-	-	489,00
PLANTIO DAS MUDAS				
Discriminação	Unidade	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Abertura das covas	dia	30,00	8	240,00
Calcário	Ton.	250,00	1	250,00
Fosfato Arad	50 kg	48,00	2	96,00
Cloreto de potássio	50 kg	65,00	2	130,00
Enxada	Un.	9,00	2	18,00
Cavadeira	Un.	20,00	2	40,00
Subtotal	-	-	-	774,00
TRATOS CULTURAIS				
Discriminação	Unidade	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Isca formicida	500g	5,50	2	11,00
Coroamento	dia	30,00	4	120,00
Subtotal	-	-	-	131,00
COLHEITA				
Discriminação	Unidade	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Terçado	Un.	19,00	2	38,00
Mão-de-obra	dia	30,00	8	240,00
Cloreto de potássio	50 kg	65,00	4	260,00
Subtotal	-	-	-	538,00
PROCESSAMENTO				
Discriminação	Unidade	Valor unitário (R\$)	Quantidade	Valor total (R\$)
Moagem	dia	15,00	4	60,00
Mão-de-obra	dia	30,00	4	120,00
Subtotal	-	-	-	180,00
TOTAL				2.112,00

Dados obtidos a partir de coeficientes técnicos da cultura.