

Nutrição de Juvenis de Tambaqui com Sacha-Inchi



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
24**

**Nutrição de Juvenis de Tambaqui
com Sacha-Inchi**

*Jony Koji Dairiki
Thyssia Bomfim Araújo-Dairiki
Isabela Miranda Litaiff
Julio de Lima Maeda
Cheila de Lima Boijink
Thayssa Larrana Pinto da Rocha
Francisco Celio Maia Chaves*

Embrapa Amazônia Ocidental
*Manaus, AM
2018*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29,
Estrada Manaus/Itacoatiara
69010-970, Manaus, Amazonas
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Roberval Monteiro Bezerra de Lima

Secretário
Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros
*Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa, Maria
Perpétua Beleza Pereira e Marcos Vinícius
Bastos Garcia*

Revisão de texto
Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica
Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

Tratamento das ilustrações
Gleise Maria Teles de Oliveira

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Gleise Maria Teles de Oliveira

Foto da capa
Jony Koji Dairiki

1ª edição
1ª impressão (2018): 300 tiragem

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amazônia Ocidental

Nutrição de juvenis de tambaqui com sacha-inchi / Jony Koji Dairiki... [et al.]. –
Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2018.
57 p. : il. color. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia
Ocidental, ISSN 1517-2457; 24).

1. *Colossoma macropomum*. 2. Tambaqui. 3. Peixe de água doce. 4. Nutrição
animal. 5. *Plukenetia volubilis*. 6. Desempenho zootécnico. I. Dairiki, Jony Koji.
II. Araújo-Dairiki, Thyssia Bomfim. III. Litaiff, Isabela Miranda. IV. Maeda, Julio
de Lima. V. Boijink, Cheila de Lima. VI. Rocha, Thayssa Larrana Pinto da. VII.
Chaves, Francisco Celio Maia. VIII. Série.

CDD 639.3

© Embrapa, 2018

Sumário

Resumo	5
Abstract..	7
Introdução.....	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	36
Conclusões.....	50
Agradecimentos.....	51
Referências	51

Nutrição de Juvenis de Tambaqui com Sacha-Inchi¹

Jony Koji Dairiki²

Thyssia Bomfim Araújo-Dairiki³

Isabela Miranda Litaiff⁴

Julio de Lima Maeda³

Cheila de Lima Boijink⁵

Thayssa Larrana Pinto da Rocha³

Francisco Celio Maia Chaves⁶

Resumo – O onívoro tambaqui é o principal peixe nativo criado no País. A sachá-inchi é uma planta cultivada na Amazônia Peruana com potencial de produção no Brasil. As sementes dessa planta apresentam características interessantes, como um adequado nível proteico (26%), vitaminas A e E e principalmente ácidos graxos polinsaturados, predominantemente o ácido linolênico (ômega 3). O presente projeto teve por objetivo avaliar a influência do uso de sachá-inchi sobre o desempenho zootécnico do tambaqui. Foram realizados três experimentos utilizando as sementes, as folhas secas e a torta residual de extração do óleo de sachá-inchi (Treosi) na alimentação do tambaqui. Lotes de juvenis de tambaqui (0,53 g a 4,90 g) foram alocados em 24 gaiolas de 60 L em um sistema de recirculação de água e aeração constante. Os animais foram alimentados por 60 dias com rações experimentais em duas refeições até a saciedade aparente com seis níveis de inclusão de cada produto (0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50%). Houve diferença significati-

¹ Cadastro Sisgen nº A050C1A.

² Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

³ Engenheira de pesca, D.Sc. em Aquicultura, professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (Ifam), Campus Avançado Manacapuru, Manacapuru, AM

⁴ Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

⁵ Bióloga, D.Sc. em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

⁶ Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agronomia (Horticultura), pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

va entre os tratamentos. Juvenis de tambaqui apresentam melhor desempenho zootécnico quando alimentados com rações contendo 0% de inclusão de sementes, 10% de folhas de sachá-inchi e com até 40% da Treosi.

Termos para indexação: alimentação, *Colossoma macropomum*, desempenho zootécnico, *Plukenetia volubilis*.

Nutrition of Tambaqui Juveniles with Sacha-inchi

Abstract – The omnivore tambaqui is the main native fish bred in the country. The sacha-inchi is a plant cultivated in the Peruvian Amazon with potential production in Brazil. The seeds of this plant presents interesting features as an appropriate protein level (26%), vitamins A and E and especially polyunsaturated fatty acids, predominantly linolenic acid (omega 3). This project aimed to evaluate the influence of use of sacha-inchi on the zootechnical performance of tambaqui. Three experiments were carried out using the seeds, the dried leaves, and the residual pie of sacha-inchi oil extraction (Treosi) in the feeding of the tambaqui. Lots of juvenile tambaqui (0.53 g to 4.90 g) were allocated in 24 cages of 60 L in a recirculating water system with constant aeration. The animals were fed by 60 days with experimental rations in two meals until the satiety apparent with six levels of inclusion of each product (0%, 10%, 20%, 30%, 40% and 50%). There was significant difference between treatments. Juvenile tambaqui feature better performance when fed with rations containing 0% of inclusion of seeds, 10% of leaves of sacha-inchi and with up to 40% of the Treosi.

Index terms: feeding, *Colossoma macropomum*, zootechnical performance, *Plukenetia volubilis*.

Introdução

A sacha-inchi (*Plukenetia volubilis*) é originária das Américas Central e do Sul, cultivada na Amazônia Peruana desde o período pré-inca (3 mil anos atrás), e suas sementes apresentam características interessantes, como um adequado nível proteico (26%), vitaminas A e E. Porém, a semente de sacha-inchi destaca-se pela excelente quantidade de óleo (35% a 60%) e pela qualidade da sua composição, que dispõe majoritariamente de aproximadamente 45% de ácido graxo poli-insaturado da série ômega 3 (ácido linolênico), entre outros ácidos graxos (Guillén et al., 2003; Céspedes, 2006; Krivankova et al., 2007; Folegatti-Romero et al., 2009; Cai, 2011; Paucar-Menacho et al., 2015; Alayón; Echeverri, 2016; Sterbová et al., 2016). Outra característica marcante da planta está relacionada com a função antioxidante, haja vista que extratos

obtidos de macerados de folhas apresentaram capacidade antioxidante em ensaios *in vitro* (Castillo Saavedra et al., 2010; Nascimento et al., 2011). A sachá-inchi é uma planta da família Euphorbiaceae. Uma trepadeira semilenhosa com crescimento indeterminado, folhas alternas e que possui frutos tetralobulares com sementes ovais (Oka et al., 2014) (Figuras 1A, 1B e 2A). Sua propagação é relativamente simples e pode ser realizada por sementeira (Obolari, 2014), entretanto existem técnicas atualmente, como a propagação *in vitro*, que utilizam auxina ácido indolbutírico e citocina benzilaminopurina e fungos micorrízicos arbusculares em plântulas (Bordingon et al., 2012; Tian et al., 2013). Além da extração do óleo, a sachá-inchi pode ser excelente ingrediente não convencional e sustentável para a nutrição de peixes onívoros em geral, e, nesse contexto, insere-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818), espécie da classe Osteichthyes, subclasse Actinopterygii, ordem Characiformes, família Characidae e subfamília Serrasalminae, originário da América do Sul, das bacias dos rios Amazonas e Orinoco (Figura 2B). Atualmente, com o crescimento e desenvolvimento da piscicultura, o tambaqui é criado e difundido em diversas regiões do Brasil e do continente sul-americano. É uma espécie tropical considerada por muitos autores como o segundo maior peixe de escamas de água doce da América do Sul (Chagas; Val, 2003; Almeida et al., 2006; Santos et al., 2006; Fishbase, 2010).

Fotos: Julio Maeda

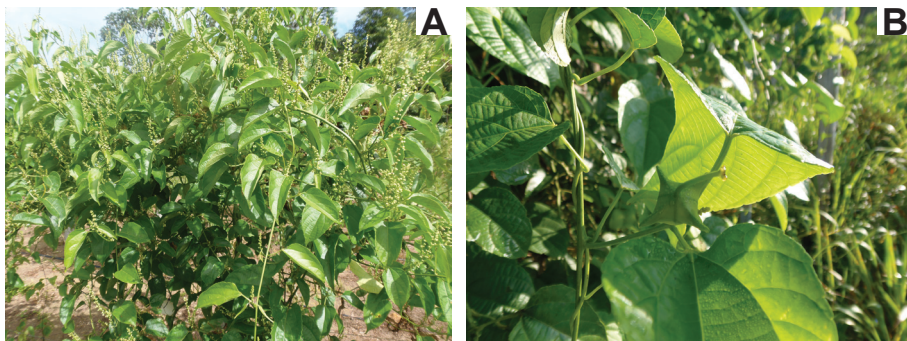
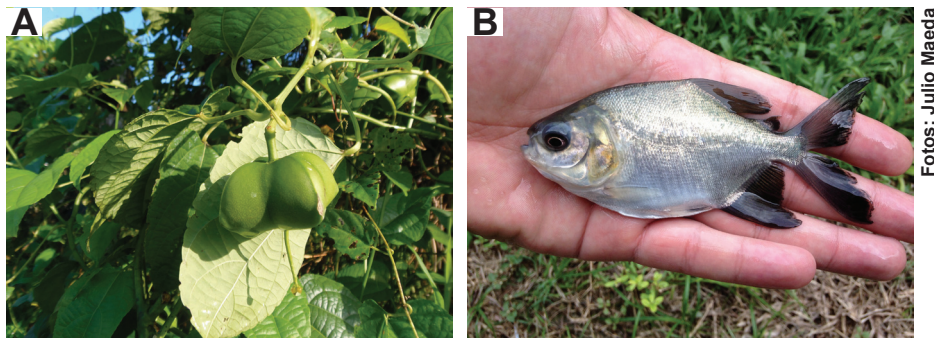


Figura 1. A) Porte da planta sachá-inchi; B) Detalhe do início da formação do fruto.



Fotos: Julio Maeda

Figura 2. A) Detalhe do fruto tetralobular de sachá-inchi; B) Juvenil de tambaqui.

O tambaqui, considerado peixe onívoro, que consome diversos itens alimentares, é a principal espécie nativa produzida no âmbito nacional, superado apenas pela tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) – espécie exótica – em escala de produção (Chagas et al., 2006; Ibama, 2007; Jacometo et al., 2010; Maria et al., 2010; IBGE, 2016). Gomes e Silva (2009), por meio da análise do conteúdo estomacal de peixes criados em sistemas de produção em viveiros escavados, observaram a predominância dos seguintes alimentos: ração para peixes, insetos (larvas de moscas), zooplâncton (cladóceros e copépodos) e material vegetal (macrófitas submersas fixadas no sedimento). Muitos autores consideram o tambaqui como um peixe de hábito alimentar onívoro com tendência a herbívoro, filtrador e frugívoro (NUNES et al., 2006; SILVA et al., 2007). Dentro deste contexto, a sachá-inchi (*P. volubilis*) pode ser uma alternativa viável e interessante para a região e principalmente para a nutrição do tambaqui.

Material e Métodos

Local de produção, coleta e processamento do material vegetal, obtenção dos farelos e caracterização química

A Embrapa Amazônia Ocidental dispõe de um setor de plantas medicinais localizado na Rodovia AM-010, Km 29, Zona Rural, Manaus, Amazonas, Brasil (03°06'07"S; 60°01'30"W; altitude 92 m). Nesse referido local foi produzido e coletado o material vegetal para a confecção dos farelos de semen-

tes, das folhas secas e da torta residual de extração do óleo de sacha-inchi (Treosi) (Figuras 3 e 4A e 4B).



Figura 3. Cultivo de sacha-inchi nas dependências da Embrapa Amazônia Ocidental.

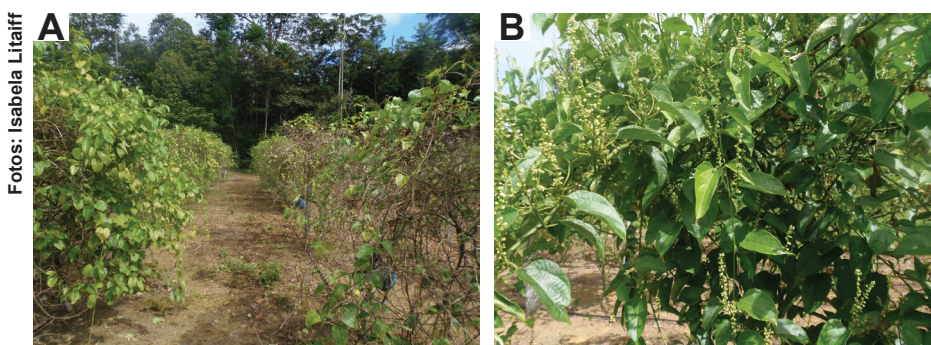


Figura 4. A) Detalhes da disposição das plantas; B) Detalhes das inflorescências.

Para a obtenção do farelo de sementes de sacha-inchi foram realizados os seguintes procedimentos: as sementes secas (Figura 5A) foram trituradas em máquina de moer carne (Figura 5B) e peneiradas para a obtenção do farelo (Figura 6). Nesse procedimento não foram separadas as cascas das amêndoas. Amostra do farelo de sementes foi enviada para análise da composição bromatológica e do perfil de ácidos graxos, cujos resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Foto: Jony Dairiki



Foto: Isabela Litaiff

Figura 5. A) Sementes secas de sachá-inchi; B) Máquina de moer carne.



Fotos: Isabela Litaiff

Figura 6. Farelo de sementes de sachá-inchi.

Tabela 1. Composição centesimal do farelo de sementes de sachá-inchi¹.

Composição centesimal	%
Extrato etéreo	40,03
Gordura monoinsaturada	4,02
Gordura poli-insaturada	32,56
Gorduras insaturadas	36,58
Gorduras saturadas	3,46
Gorduras trans	0,01
Ômega 3	18,7
Ômega 6	13,84
Ômega 9	3,99
Matéria mineral	2,3
Proteína bruta	26,3
Umidade e voláteis	5,13

¹Análises realizadas em laboratório especializado.

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos do farelo de sementes de sachá-inchi¹.

Ácido graxo	%
Ácido Butírico (C4:0)	ND
Ácido Caproico (C6:0)	ND
Ácido Caprílico (C8:0)	ND
Ácido Cáprico (C10:0)	ND
Ácido Undecanoico (C11:0)	ND
Ácido Láurico (C12:0)	0
Ácido Tridecanoico (C13:0)	ND
Ácido Mirístico (C14:0)	0,01
Ácido Miristoleico (C14:1)	ND
Ácido Pentadecanoico (C15:0)	0
Ácido 10-Pentadecenoico (C15:1)	ND
Ácido Palmítico (C16:0)	1,91
Ácido Palmitoleico (C16:1)	0,03
Ácido Margárico (C17:0)	0,06
Ácido cis-10-Ácido Heptadecenoico (C17:1)	ND
Ácido Esteárico (C18:0)	1,41
Ácido Oleico (C18:1n9c)	3,89
Ácido Elaidico (C18:1n9t)	0
Ácido Linoleico (C18:2n6c)	13,82
Ácido Linoleaidico (C18:2n6t)	ND
Ácido Alfa Linolênico – LNA (C18:3n3)	18,7
Ácido Gama-Linolênico (C18:3n6)	0,01
Ácido Araquídico (C20:0)	0,04
Ácido Cis-11-Eicosenoico (C20:1n9)	0,1
Ácido cis-11,14- Eicosadienoico (C20:2)	0,02
Ácido cis-11,14,17-Eicosatrienoico (C20:3n3)	0
Ácido cis-8,11,14-Eicosatrienoico (C20:3n6)	ND
Ácido Araquidônico (C20:4n6)	ND
Ácido 5,8,11,14,17 – EPA (C20:5n3)	ND
Ácido Heneicosanoico (C21:0)	ND
Ácido Behenico (C22:0)	0,01

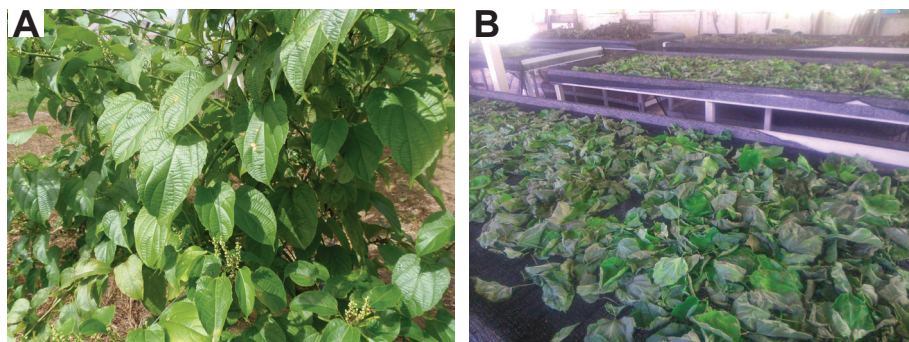
Tabela 2. Continuação.

Ácido graxo	%
Ácido Erúxico (C22:1n9)	ND
Ácido cis-13,16-Docosadienoico (C22:2)	ND
Ácido Docosahexaenoico – DHA (C22:6n3)	ND
Ácido Tricosanoico (C23:0)	0
Ácido Lignocérico (C24:0)	0
Ácido Nervonico (C24:1n9)	ND

¹Análises realizadas em laboratório especializado.

ND: Não determinado.

Para a obtenção do farelo de folhas de sachá-inchi foram realizados os seguintes procedimentos: seleção e colheita das folhas íntegras (Figura 7A), pré-secagem em mesas específicas para essa finalidade, localizadas no Setor de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Ocidental (Figura 7B).



Fotos: Julio Maeda

Figura 7. A) Disposição das folhas de sachá-inchi; B) Mesa específica para pré-secagem das folhas.

Após a pré-secagem, as folhas foram alocadas em estufa de secagem por circulação forçada de ar em temperatura ajustada para 45 °C por 24 horas (Figura 8A) e depois trituradas em moinho de martelos para a obtenção do farelo de folha de sachá-inchi (Figura 8B). Amostra do farelo de folhas foi enviada para análise da composição bromatológica e do perfil de ácidos graxos, apresentada nas Tabelas 3 e 4.

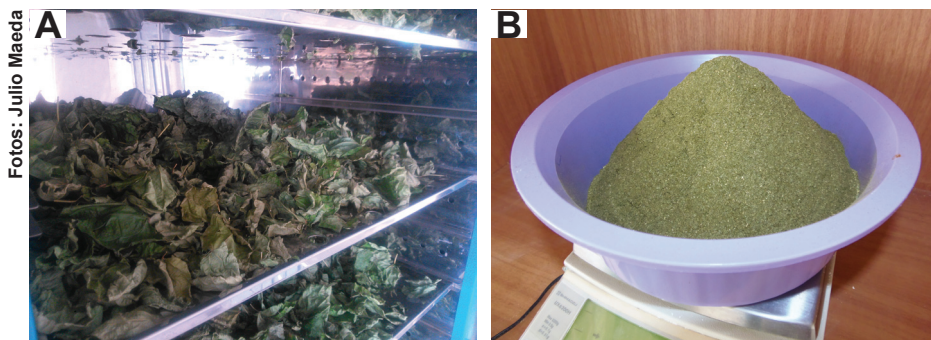


Figura 8. A) Folhas inseridas na estufa de secagem; B) Farelo de folha de sachá-inchi.

Tabela 3. Composição centesimal do farelo de folhas de sachá-inchi¹.

Composição centesimal	%
Extrato etéreo	7,13
Gordura monoinsaturada	0,58
Gordura poli-insaturada	4,21
Gorduras insaturadas	4,79
Gorduras saturadas	2,55
Gorduras trans	-
Ômega 3	3,02
Ômega 6	1,19
Ômega 9	0,53
Fibra bruta	18,1
Matéria mineral	9,5
Proteína bruta	21,8
Umidade e voláteis	8,37

¹Análises realizadas em laboratório especializado.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos do farelo de folhas de sachá-inchi¹.

Ácido graxo	%
Ácido Butírico (C4:0)	ND
Ácido Caproico (C6:0)	0,01
Ácido Caprílico (C8:0)	ND
Ácido Cáprico (C10:0)	ND
Ácido Undecanoico (C11:0)	ND
Ácido Láurico (C12:0)	0,05
Ácido Tridecanoico (C13:0)	ND
Ácido Mirístico (C14:0)	0,09
Ácido Miristoleico (C14:1)	ND
Ácido Pentadecanoico (C15:0)	0,03
Ácido 10-Pentadecenoico (C15:1)	ND
Ácido Palmítico (C16:0)	1,59
Ácido Palmitoleico (C16:1)	0,05
Ácido Margárico (C17:0)	0,05
Ácido cis-10-Ácido Heptadecenoico (C17:1)	ND
Ácido Esteárico (C18:0)	0,58
Ácido Oleico (C18:1n9c)	0,51
Ácido Elaidico (C18:1n9t)	ND
Ácido Linoleico (C18:2n6c)	1,19
Ácido Linolelaídico (C18:2n6t)	ND
Ácido Alfa Linolênico – LNA (C18:3n3)	3,02
Ácido Gama-Linolênico (C18:3n6)	ND
Ácido Araquídico (C20:0)	0,04
Ácido Cis-11-Eicosenoico (C20:1n9)	0,01
Ácido cis-11,14- Eicosadienoico (C20:2)	ND
Ácido cis-11,14,17-Eicosatrienoico (C20:3n3)	ND
Ácido cis-8,11,14-Eicosatrienoico (C20:3n6)	ND
Ácido Araquidônico (C20:4n6)	ND
Ácido 5,8,11,14,17 – EPA (C20:5n3)	ND
Ácido Heneicosanoico (C21:0)	ND
Ácido Behenico (C22:0)	0,03
Ácido Erúcico (C22:1n9)	ND

Tabela 4. Continuação.

Ácido graxo	%
Ácido cis-13,16-Docosadienoico (C22:2)	ND
Ácido Docosahexaenoico – DHA (C22:6n3)	ND
Ácido Tricosanoico (C23:0)	0,01
Ácido Lignocérico (C24:0)	0,06
Ácido Nervonico (C24:1n9)	ND

¹Análises realizadas em laboratório especializado.

ND: Não determinado.

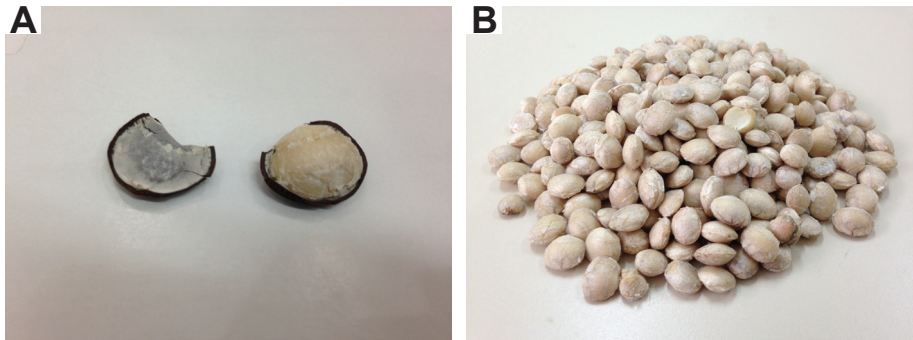
Para obtenção do farelo de Treosi foram realizados os seguintes procedimentos: colheita das sementes (Figura 9A) e quebra com auxílio de martelo de madeira (Figura 9B) para remoção das cascas.



Figura 9. A) Sementes de sachá-inchi; B) Martelos de madeira.

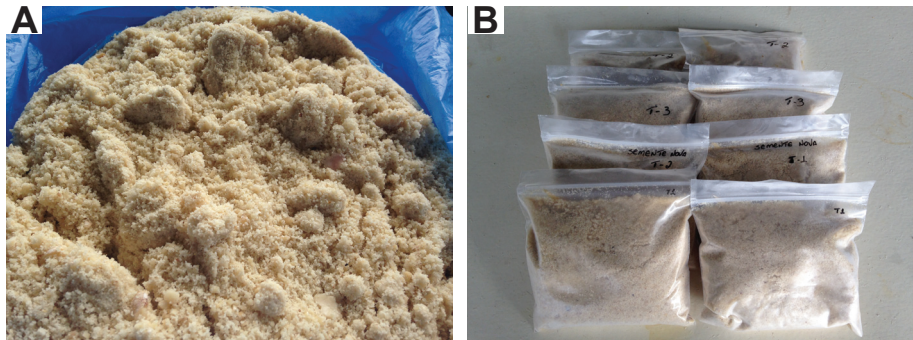
Foram retiradas as cascas das sementes (Figura 10A), e as amêndoas (Figura 10B) foram moídas em processador de alimentos para a formação de uma massa homogênea para o processo de prensagem, remoção do óleo e obtenção da Treosi (Figuras 11A e 11B).

No setor de máquinas e veículos da Unidade foi utilizada uma prensa hidráulica com uma camisa de aço adaptada para extração do óleo de sachá-inchi (Figuras 12A e 12B). Foram aplicadas aproximadamente entre 10 t e 15 t de força para a prensagem da massa homogênea de amêndoas (Figura 12C). A prensagem e a extração do óleo seguiram recomendações de Nascimento et al. (2011).



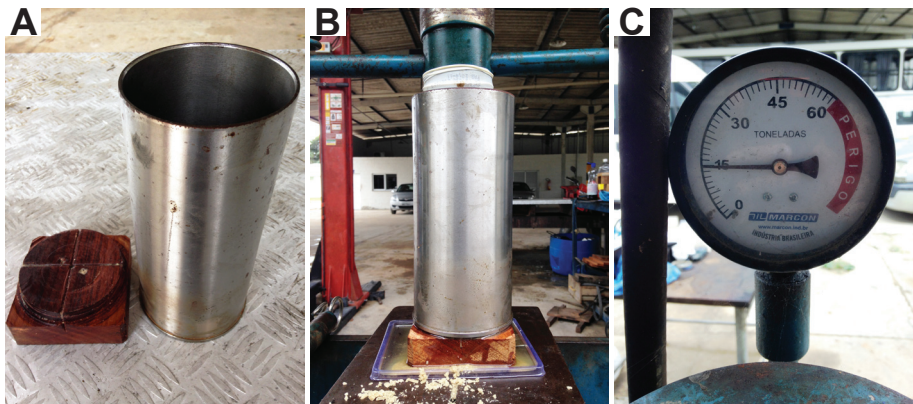
Fotos: Julio Maeda

Figura 10. A) Separação da casca da amêndoa; B) Aspecto das amêndoas de sachá-inchi.



Fotos: Julio Maeda

Figura 11. A) Massa homogênea para extração do óleo; B) Embalagens para o cálculo do rendimento da extração.



Fotos: Julio Maeda

Figura 12. A) Detalhe da camisa de aço; B) Prensagem; C) Manômetro.

Houve a retirada do óleo e a obtenção das tortas residuais (Figuras 13). Amostra da Treosi foi enviada para análise da composição bromatológica e do perfil de ácidos graxos, apresentada nas Tabelas 5 e 6.

Fotos: Julio Maeda



Figura 13. Tortas residuais da extração de óleo de sachá-inchi.

Tabela 5. Composição centesimal da Treosi¹.

Composição centesimal	%
Extrato etéreo	42,12
Gordura monoinsaturada	4,65
Gordura poli-insaturada	36,63
Gorduras insaturadas	41,28
Gorduras saturadas	3,92
Gorduras trans	-
Ômega 3	20,08
Ômega 6	16,52
Ômega 9	4,62
Fibra bruta	1,05
Matéria mineral	2,94
Proteína bruta	35,49
Umidade e voláteis	6,19

¹Análises realizadas em laboratório especializado.

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos da Treosi¹.

Ácido graxo	%
Ácido Butírico (C4:0)	0,02
Ácido Caproico (C6:0)	0,01
Ácido Caprílico (C8:0)	ND
Ácido Cáprico (C10:0)	ND
Ácido Undecanoico (C11:0)	ND
Ácido Láurico (C12:0)	ND
Ácido Tridecanoico (C13:0)	ND
Ácido Mirístico (C14:0)	0,01
Ácido Miristoleico (C14:1)	ND
Ácido Pentadecanoico (C15:0)	ND
Ácido 10-Pentadecenoico (C15:1)	ND
Ácido Palmítico (C16:0)	2,15
Ácido Palmitoleico (C16:1)	0,03
Ácido Margárico (C17:0)	0,06
Ácido cis-10-Ácido Heptadecenoico (C17:1)	ND
Ácido Esteárico (C18:0)	1,61
Ácido Oleico (C18:1n9c)	4,51
Ácido Elaidico (C18:1n9t)	ND
Ácido Linoleico (C18:2n6c)	16,51
Ácido Linolelaidico (C18:2n6t)	ND
Ácido Alfa Linolênico – LNA (C18:3n3)	20,08
Ácido Gama-Linolênico (C18:3n6)	0,01
Ácido Araquídico (C20:0)	0,05
Ácido Cis-11-Eicosenoico (C20:1n9)	0,11
Ácido cis-11,14- Eicosadienoico (C20:2)	0,02
Ácido cis-11,14,17-Eicosatrienoico (C20:3n3)	ND
Ácido cis-8,11,14-Eicosatrienoico (C20:3n6)	ND
Ácido Araquidônico (C20:4n6)	ND
Ácido 5,8,11,14,17 – EPA (C20:5n3)	ND
Ácido Heneicosanoico (C21:0)	ND
Ácido Behenico (C22:0)	0,01

Tabela 6. Continuação.

Ácido graxo	%
Ácido Erúcido (C22:1n9)	ND
Ácido cis-13,16-Docosadienoico (C22:2)	0,01
Ácido Docosahexaenoico – DHA (C22:6n3)	ND
Ácido Tricosanoico (C23:0)	0,01
Ácido Lignocérico (C24:0)	ND
Ácido Nervonico (C24:1n9)	ND

¹Análises realizadas em laboratório especializado.

ND: Não determinado.

O óleo removido da Treosi foi armazenado para futuras análises para determinação do perfil de ácidos graxos das sementes de sachá-inchi (Figura 14). Foram calculados os rendimentos dos processos para obtenção da Treosi. Com a remoção das cascas ($36,7\% \pm 3,60\%$) foram obtidas as amêndoas ($63,0\% \pm 3,42\%$). Estas foram prensadas, obtendo-se assim o óleo de sachá-inchi ($12,87\% \pm 3,57\%$) e Treosi ($79,36\% \pm 4,93\%$).

Fotos: Felipe Rosa

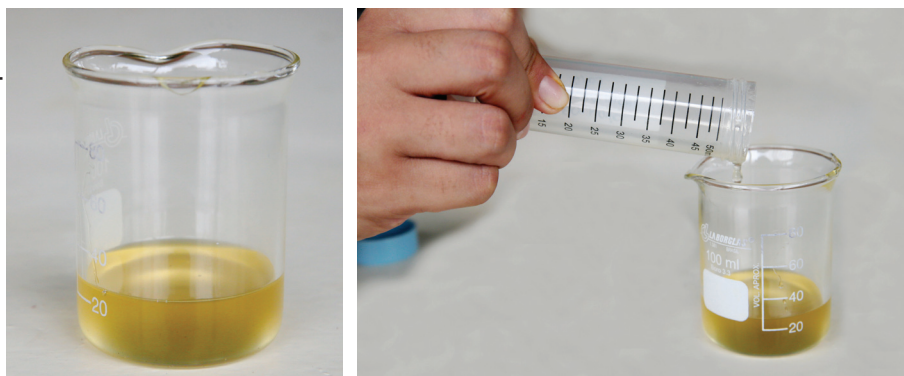


Figura 14. Amostras de óleo obtido após prensagem da massa homogênea de amêndoas de sachá-inchi.

Local de produção, coleta e processamento do material vegetal, obtenção dos farelos e caracterização química

Os experimentos foram realizados no setor de piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas, Brasil (03°06'07"S; 60°01'30"W; altitude 92 m) (Figura 15A) em delineamento estatístico inteiramente aleatorizado (DIA) com quatro repetições (n=4). Os ensaios foram conduzidos em sistema de recirculação de água, constituído por 24 caixas d'água de 1.000 L (Figura 15B) abastecidas com água de poço artesiano, e aeração suplementar pelo uso ininterrupto de um compressor radial de ar conectado a um sistema de distribuição de ar comprimido por meio de mangueiras plásticas e uso de pedras porosas. Foi utilizado um sistema de aquecimento e controle da temperatura da água por meio de termostato e resistências elétricas.

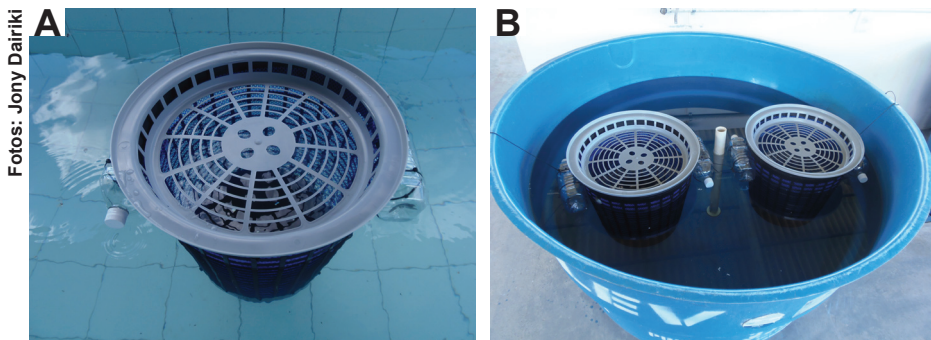


Fotos: Jony Dairiki

Figura 15. A) Setor de piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental; B) Disposição das 24 caixas d'água do sistema de recirculação de água.

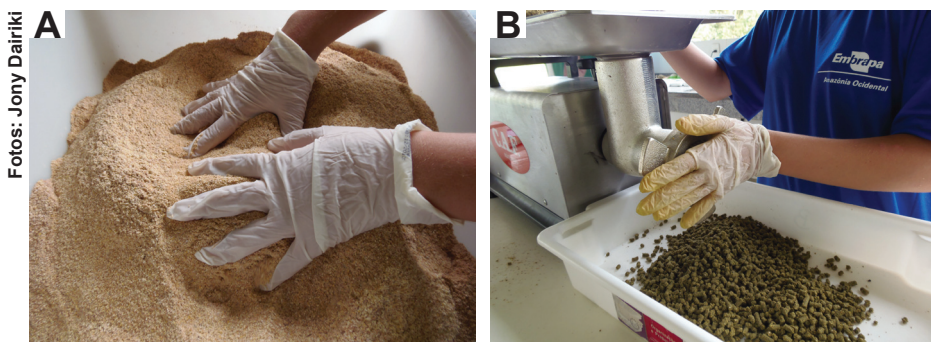
As unidades experimentais foram constituídas por lotes de tambaqui alocados em gaiolas flutuantes de 60 L e caixas d'água de 1.000 L (Figuras 16A e 16B). A aleatorização das unidades experimentais foi realizada com a ferramenta eletrônica Edgar II (2007).

Os ingredientes adquiridos (farelos de trigo e soja, milho moído, farinha de carne e ossos, farelos de sementes, folhas de sachá-inchi e Treosi) foram analisados quanto à composição bromatológica seguindo recomendações determinadas pela AOAC (2000) em laboratório capacitado, para confecção das rações experimentais, as quais necessitaram de equipamentos específicos para sua fabricação (Figuras 17A e 17B).



Fotos: Jony Dairiki

Figura 16. A) Gaiola flutuante de 60 L; B) Disposição das unidades experimentais.



Fotos: Jony Dairiki

Figura 17. A) Mistura de ingredientes; B) Processo de peletização das rações experimentais.

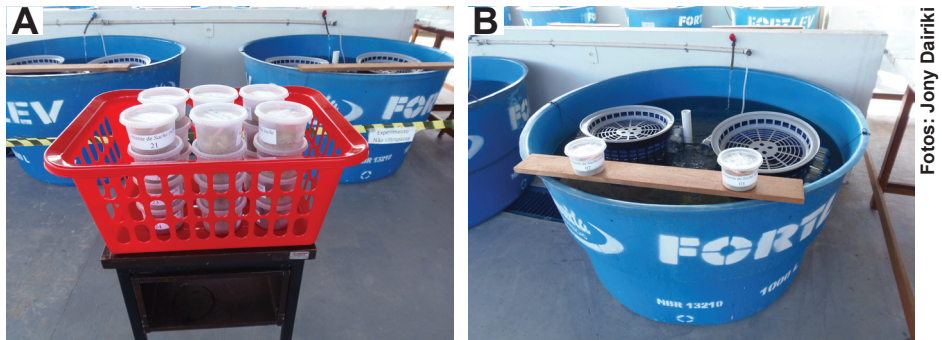
As rações experimentais foram elaboradas com ingredientes finamente moídos, homogêneos, misturados e processados em peletizadora (Figura 18A). Depois de secas em estufa de secagem com circulação forçada (45 °C) por 24 horas, as rações foram desintegradas em partículas de 2 mm a 3 mm (Figura 18B). Todas as rações foram armazenadas em frascos plásticos e conservadas ao abrigo da luz em ambiente refrigerado (4 °C) até o momento do uso.

Os peixes foram alimentados por 60 dias com as rações experimentais isonitrogenadas e isoenergéticas até a saciedade aparente diariamente em duas refeições (8h e 16h) (Figuras 19A e 19B e 20A e 20B).



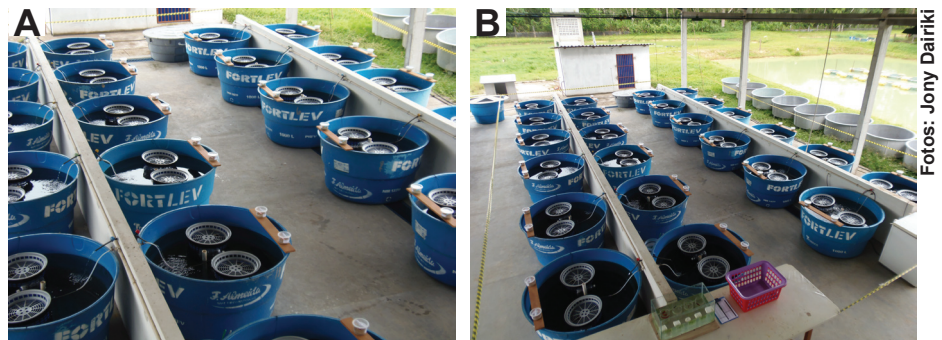
Fotos: Jony Dairiki

Figura 18. A) Processo de peletização; B) Secagem das rações experimentais; C) Detalhe da unidade experimental.



Fotos: Jony Dairiki

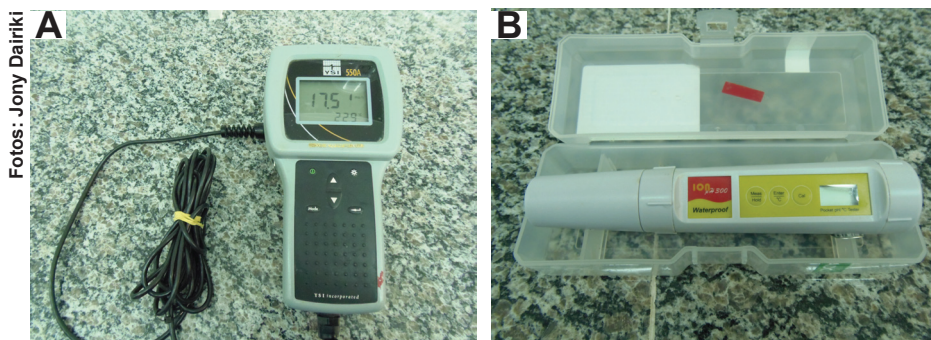
Figura 19. A) Carrinho com as rações experimentais; B) Detalhe dos potes de ração para cada unidade experimental.



Fotos: Jony Dairiki

Figura 20. A) Disposição das caixas d'água experimentais; B) Panorama do galpão com todas as caixas utilizadas para os experimentos (farelo de sementes e de folhas de sachá-inchi).

Os parâmetros de qualidade da água, como o pH, o oxigênio dissolvido e a temperatura, foram monitorados pelos aparelhos oxímetro e potenciômetro (Figuras 21A e 21B).



Fotos: Jony Dairiki

Figura 21. A) Oxímetro digital; B) Potenciômetro de bolso.

Foram avaliados seis níveis de inclusão (0%, 10%, 20%, 30%, 40% e 50%) do farelo de sementes, folhas e Treosi. O correto balanceamento das rações experimentais foi realizado seguindo as exigências nutricionais determinadas para juvenis de tambaqui, sendo apresentadas as informações de formulação e composição das rações e do perfil de ácidos graxos das rações com inclusão do farelo de sementes (Tabelas 7, 8 e 9), com farelo de folhas (Tabelas 10, 11 e 12) e com Treosi (Tabelas 13, 14 e 15).

Os peixes experimentais foram adquiridos em uma piscicultura comercial localizada no município de Rio Preto da Eva, Amazonas. Estes foram mantidos por uma semana no sistema para adaptação e, na biometria inicial, foram pesados para formação de lotes de dez animais contendo os pesos médios iniciais constantes da Tabela 16. Amostras representativas de peixes de cada experimento foram medidas com auxílio de um ictiômetro para obtenção dos comprimentos médios totais iniciais (Tabela 16). Nas Figuras 22A e 22B e 23 foram registrados os procedimentos para alocação dos animais nas unidades experimentais.

Tabela 7. Formulação e composição calculada (%) das rações experimentais para tambaqui com diferentes níveis de farelo de sementes de sachá-inchi.

Ingrediente	Níveis de inclusão de farelo de sementes de sachá-inchi					
	Rações experimentais					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
Farelo de soja	40,84	36,06	33,14	30,22	30,88	11,09
Milho moído	35,00	22,26	11,68	1,09	0,00	0,00
Farelo de trigo	14,41	20,00	20,00	20,00	6,91	0,19
Farinha de carne e ossos	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	20,00
Óleo de soja	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Premix mineral ⁽¹⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Premix vitamínico ⁽²⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte (kaolin)	0,00	2,57	6,08	9,59	13,11	14,61
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sacha-inchi	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00
Total	100	100	100	100	100	100
Matéria mineral (%)	7,89	9,89	12,95	16,02	19,49	25,02
Energia bruta (Kcal/Kg)	3.894,00	3.894,00	3.894,00	3.894,00	3.894,00	3.894,00
Extrato etéreo (%)	4,01	6,48	9,57	12,67	15,90	19,95
Fibra bruta (%)	4,46	4,43	4,05	3,67	2,51	0,93
Proteína bruta (%)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00

⁽¹⁾ Premix mineral (Nutreco) por quilograma de produto: Mg, 25.000 mg; Fe, 35.000 mg; Cu, 20.000 mg; Zn, 80.000 mg; I, 1.000 mg; Mn, 50.000 mg; Se, 200 mg; e Co, 480 mg.

⁽²⁾ Premix vitamínico (Nutreco) por quilograma de produto: vitamina A, 5.000.000 UI; vitamina D3, 1.600.000 UI; vitamina E, 60.000 UI; vitamina K3, 6.000 mg; tiamina (B1), 10.000 mg; riboflavina (B2), 10.000 mg; niacina, 60.000 mg; piridoxina, 10.000 mg; ácido pantotênico, 20.000 mg; biotina, 300 mg; ácido fólico, 3.000 mg; cobalamina, 12.000 µg; inositol, 40.000 mg; ácido ascórbico (vitamina C), 350.000 mg.

Tabela 8. Composição centesimal das rações experimentais com níveis de inclusão do farelo de sementes de sachá-inchi¹.

Ração	0%	10%	20%	30%	40%	50%
Energia bruta (caloria/g)	4.089	4.263	4.300	4.290	4.361	4.439
Extrato etéreo	2,5	5,1	8,0	14,4	16,7	21,0
Extrato etéreo por hidrólise ácida	4,24	4,72	4,71	4,69	3,83	5,43
Gordura monoinsaturada	1,5	1,48	2,09	2,1	3,29	3,74
Gordura poli-insaturada	0,75	3,02	4,46	8,33	9,88	15,18
Gorduras insaturadas	2,25	4,51	6,55	10,43	13,17	18,92
Gorduras saturadas	1,84	1,69	2,44	2,26	3,82	4,55
Gorduras trans	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Ômega 3	0,03	0,99	1,59	3,82	4,17	7,51
Ômega 6	0,73	2,03	2,86	4,5	5,7	7,65
Ômega 9	1,46	1,46	2,04	2,08	3,25	3,65
Matéria mineral (%)	8,6	11,3	15,1	18,3	21,8	26,8
Proteína bruta (%)	28,1	28,0	27,8	27,6	28,7	28,4
Umidade e voláteis	8,69	4,7	3,69	4,52	3,89	2,82

¹Análises realizadas em laboratório especializado

Tabela 9. Perfil de ácidos graxos das rações experimentais com os níveis de inclusão do farelo de sementes de sachá-inchi¹.

Ração experimental	0	10	20	30	40	50
Ácido graxo	%					
Ácido Butírico (C4:0)	ND	ND	ND	ND	0,04	ND
Ácido Caproico (C6:0)	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02
Ácido Caprílico (C8:0)	0,01	0,03	0,07	0,05	0,12	0,09
Ácido Cáprico (C10:0)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Undecanoico (C11:0)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Láurico (C12:0)	ND	0	0	ND	ND	0,05
Ácido Tridecanoico (C13:0)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Mirístico (C14:0)	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,11
Ácido Miristoleico (C14:1)	0,01	0,01	0,01	ND	ND	0,02
Ácido Pentadecanoico (C15:0)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Ácido 10-Pentadecenoico (C15:1)	0,01	0,01	0,02	0	0,01	0
Ácido Palmítico (C16:0)	1,18	1,02	1,39	1,27	2,02	2,23

Tabela 9. Continuação.

Ração experimental	0	10	20	30	40	50
Ácido graxo	%					
Ácido Palmítico (C16:1)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06
Ácido Margárico (C17:0)	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07	0,11
Ácido cis-10-Ácido Heptadecenoico (C17:1)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Esteárico (C18:0)	0,46	0,5	0,8	0,8	1,4	1,86
Ácido Oleico (C18:1n9c)	1,43	1,42	1,99	2,02	3,17	3,56
Ácido Elaidico (C18:1n9t)	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01
Ácido Linoleico (C18:2n6c)	0,73	2,03	2,86	4,5	5,7	7,63
Ácido Linolelaídico (C18:2n6t)	ND	ND	0	ND	ND	0,01
Ácido Alfa Linolênico – LNA (C18:3n3)	0,03	0,99	1,59	3,82	4,17	7,51
Ácido Gama-Linolênico (C18:3n6)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Araquídico (C20:0)	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04
Ácido Cis-11-Eicosenoico (C20:1n9)	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
Ácido cis-11,14- Eicosadienoico (C20:2)	ND	0	0,01	0,01	0,01	0,01
Ácido cis-11,14,17-Eicosatrienoico (C20:3n3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido cis-8,11,14-Eicosatrienoico (C20:3n6)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Araquidônico (C20:4n6)	ND	ND	ND	ND	ND	0,01
Ácido 5,8,11,14,17 – EPA (C20:5n3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Heneicosanoico (C21:0)	0	0	0	ND	ND	ND
Ácido Behênico (C22:0)	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Ácido Erúcido (C22:1n9)	0	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido cis-13,16-Docosadienoico (C22:2)	ND	ND	ND	ND	ND	0,01
Ácido Docosahexaenoico – DHA (C22:6n3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Tricosanoico (C23:0)	0,01	0	0,01	ND	ND	0,01
Ácido Lignocérico (C24:0)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ácido Nervônico (C24:1n9)	ND	ND	ND	ND	ND	ND

¹Análises realizadas em laboratório especializado; ND: Não determinado.

Tabela 10. Formulação e composição calculada (%) das rações experimentais para tambaqui com diferentes níveis de farelo de folhas de sachá-inchi.

Ingrediente	Níveis de inclusão de farelo de folhas de sachá-inchi					
	Rações experimentais					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
Farelo de soja	40,84	41,36	40,20	32,48	30,32	31,15
Milho moído	35,00	35,00	30,52	8,36	0,20	0,00
Farelo de trigo	14,41	4,13	0,00	20,00	20,00	9,02
Farinha de carne e ossos	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja	0,65	0,41	0,17	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Premix mineral ⁽¹⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Premix vitamínico ⁽²⁾	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte (kaolin)	0,00	0,00	0,00	0,05	0,38	0,73
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sachá-inchi	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00
Total	100	100	100	100	100	100
Matéria mineral (%)	7,89	7,92	7,77	6,95	6,99	7,37
Energia bruta (Kcal/kg)	3.894,00	3.894,00	3.894,00	3.894,00	3.894,00	3.894,00
Extrato etéreo (%)	4,01	4,32	4,56	4,62	5,04	5,56
Fibra bruta (%)	4,46	5,37	6,66	9,37	10,90	11,77
Proteína bruta (%)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00

⁽¹⁾ Premix mineral (Nutreco) por quilograma de produto: Mg, 25.000 mg; Fe, 35.000 mg; Cu, 20.000 mg; Zn, 80.000 mg; I, 1.000 mg; Mn, 50.000 mg; Se, 200 mg; e Co, 480 mg.

⁽²⁾ Premix vitamínico (Nutreco) por quilograma de produto: vitamina A, 5.000.000 UI; vitamina D3, 1.600.000 UI; vitamina E, 60.000 UI; vitamina K3, 6.000 mg; tiamina (B1), 10.000 mg; riboflavina (B2), 10.000 mg; niacina, 60.000 mg; piridoxina, 10.000 mg; ácido pantotênico, 20.000 mg; biotina, 300 mg; ácido fólico, 3.000 mg; cobalamina, 12.000 µg; inositol, 40.000 mg; ácido ascórbico (vitamina C), 350.000 mg.

Tabela 12. Continuação.

Ração experimental	0	10	20	30	40	50
Ácido graxo	%					
Ácido 10-Pentadecenoico (C15:1)	0	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Palmítico (C16:0)	0,71	0,52	0,55	0,66	0,79	0,84
Ácido Palmítico (C16:1)	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03
Ácido Margárico (C17:0)	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Ácido cis-10-Ácido Heptadecenoico (C17:1)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Esteárico (C18:0)	0,28	0,22	0,24	0,28	0,34	0,38
Ácido Oleico (C18:1n9c)	0,98	0,82	0,78	0,7	0,69	0,68
Ácido Elaidico (C18:1n9t)	0	0	0	0	ND	ND
Ácido Linoleico (C18:2n6c)	0,85	1,35	1,23	1,21	1,27	1,21
Ácido Linoleáidico (C18:2n6t)	ND	ND	0	ND	ND	ND
Ácido Alfa Linolênico – LNA (C18:3n3)	0,04	0,15	0,19	0,32	0,51	0,62
Ácido Gama-Linolênico (C18:3n6)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Araquídico (C20:0)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Ácido Cis-11-Eicosenoico (C20:1n9)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ácido cis-11,14- Eicosadienoico (C20:2)	ND	0	0	0	0	0
Ácido cis-11,14,17-Eicosatrienoico (C20:3n3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido cis-8,11,14-Eicosatrienoico (C20:3n6)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Araquidônico (C20:4n6)	ND	0	0	0	ND	ND
Ácido 5,8,11,14,17 – EPA (C20:5n3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Heneicosanoico (C21:0)	0	0	0	0	0	ND
Ácido Behênico (C22:0)	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Ácido Erúxico (C22:1n9)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido cis-13,16-Docosadienoico (C22:2)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Docosahexaenoico – DHA (C22:6n3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Tricosanoico (C23:0)	0	0	0	0	0,01	0,01
Ácido Lignocérico (C24:0)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Ácido Nervônico (C24:1n9)	ND	ND	ND	ND	ND	ND

¹Análises realizadas em laboratório especializado.

ND: Não determinado.

Tabela 13. Formulação e composição calculada (%) das rações experimentais para tambaqui com diferentes níveis de Treosi.

Ingrediente	Níveis de inclusão de Treosi					
	Rações experimentais					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
Farelo de soja	38,98	35,44	31,96	28,63	25,30	24,70
Milho moído	32,85	27,00	20,80	13,70	6,60	6,79
Farelo de trigo	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	10,00
Farinha de carne e ossos	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja	0,00	0,00	0,12	0,54	0,97	1,39
Fosfato bicálcico	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Premix mineral ⁽¹⁾	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix vitamínico ⁽²⁾	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte (kaolin)	1,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sacha-inchi	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00
Total	100	100	100	100	100	100
Matéria mineral (%)	7,29	6,58	6,03	5,90	5,77	5,94
Energia bruta (Kcal/kg)	3,894,00	3,894,00	3,894,00	3,894,00	3,894,00	3,894,00
Extrato etéreo (%)	3,38	5,21	7,14	9,35	11,56	13,87
Fibra bruta (%)	4,81	7,15	9,50	11,84	14,17	15,91
Proteína bruta (%)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00

⁽¹⁾ Premix mineral (Nutreco) por quilograma de produto: Mg, 25.000 mg; Fe, 35.000 mg; Cu, 20.000 mg; Zn, 80.000 mg; I, 1.000 mg; Mn, 50.000 mg; Se, 200 mg; e Co, 480 mg.

⁽²⁾ Premix vitamínico (Nutreco) por quilograma de produto: vitamina A, 5.000.000 UI; vitamina D3, 1.600.000 UI; vitamina E, 60.000 UI; vitamina K3, 6.000 mg; tiamina (B1), 10.000 mg; riboflavina (B2), 10.000 mg; niacina, 60.000 mg; piridoxina, 10.000 mg; ácido pantotênico, 20.000 mg; biotina, 300 mg; ácido fólico, 3.000 mg; cobalamina, 12.000 µg; inositol, 40.000 mg; ácido ascórbico (vitamina C), 350.000 mg.

Tabela 14. Composição centesimal das rações experimentais com níveis de inclusão de Treosi¹.

Ração	0%	10%	20%	30%	40%	50%
Energia bruta (caloria/g)	3,913	4,491	4,788	4,775	5,075	5,316
Extrato etéreo por hidrólise ácida	3,41	4,12	4,52	4,74	5,97	5,69
Gordura monoinsaturada	0,95	1,57	1,75	2,41	2,45	3,99
Gordura poli-insaturada	1,17	3,12	5,19	7,71	11,4	13,63
Gorduras insaturadas	2,12	4,69	6,94	10,12	13,85	17,62
Gorduras saturadas	1,05	1,78	1,9	2,48	2,35	4,02
Gorduras trans	ND	ND	0	0,01	0	0,01
Ômega 3	0,07	0,98	2,04	3,1	5,23	5,62
Ômega 6	1,1	2,14	3,15	4,6	6,16	8
Ômega 9	0,94	1,54	1,72	2,38	2,42	3,94
Proteína bruta (%)	28,26	29,97	30,87	32,47	34,13	35,78
Umidade e voláteis	5,95	5,64	6,03	4,98	4,14	3,47

¹Análises realizadas em laboratório especializado.

ND: Não determinado.

Tabela 15. Perfil de ácidos graxos da rações experimentais com os níveis de inclusão de Treosi¹.

Ração experimental	0	10	20	30	40	50
Ácido graxo	%					
Ácido Butírico (C4:0)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Caproico (C6:0)	0,01	0,02	ND	ND	ND	ND
Ácido Caprílico (C8:0)	ND	0,02	0,03	ND	ND	ND
Ácido Cáprico (C10:0)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Undecanoico (C11:0)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Láurico (C12:0)	ND	ND	0	0	0	0
Ácido Tridecanoico (C13:0)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Mirístico (C14:0)	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04
Ácido Miristoleico (C14:1)	ND	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ácido Pentadecanoico (C15:0)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ácido 10-Pentadecenoico (C15:1)	ND	0,01	0	0	0	0,01
Ácido Palmítico (C16:0)	0,67	1,05	1,09	1,41	1,34	2,23

Tabela 15. Continuação.

Ração experimental	0	10	20	30	40	50
Ácido graxo	%					
Ácido Palmítico (C16:1)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
Ácido Margárico (C17:0)	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,07
Ácido cis-10-Ácido Heptadecenoico (C17:1)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Estearico (C18:0)	0,28	0,56	0,65	0,91	0,87	1,55
Ácido Oleico (C18:1n9c)	0,92	1,51	1,68	2,32	2,37	3,84
Ácido Elaidico (C18:1n9t)	ND	ND	0	0	0	0,01
Ácido Linoleico (C18:2n6c)	1,1	2,14	3,15	4,6	6,15	7,99
Ácido Linolelaídico (C18:2n6t)	ND	ND	ND	0	0	0
Ácido Alfa Linolênico – LNA (C18:3n3)	0,07	0,98	2,04	3,09	5,22	5,62
Ácido Gama-Linolênico (C18:3n6)	ND	ND	ND	ND	0,01	0,01
Ácido Araquídico (C20:0)	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,05
Ácido Cis-11-Eicosenoico (C20:1n9)	0,01	0,03	0,04	0,05	0,05	0,08
Ácido cis-11,14- Eicosadienoico (C20:2)	ND	ND	0	0,01	0,01	0,01
Ácido cis-11,14,17-Eicosatrienoico (C20:3n3)	ND	ND	ND	0	0	ND
Ácido cis-8,11,14-Eicosatrienoico (C20:3n6)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Araquidônico (C20:4n6)	ND	ND	ND	0	0	ND
Ácido 5,8,11,14,17 – EPA (C20:5n3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Heneicosanoico (C21:0)	ND	ND	ND	0	0	0
Ácido Behenico (C22:0)	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Ácido Erúxico (C22:1n9)	ND	ND	ND	0	ND	ND
Ácido cis-13,16-Docosadienoico (C22:2)	ND	ND	ND	0	0	0,01
Ácido Docosahexaenoico – DHA (C22:6n3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido Tricosanoico (C23:0)	ND	0,01	0	0,01	0,01	0,01
Ácido Lignocérico (C24:0)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Ácido Nervonico (C24:1n9)	ND	ND	ND	ND	ND	ND

¹Análises realizadas em laboratório especializado.

ND: Não determinado.

Tabela 16. Comprimentos e pesos iniciais dos três experimentos realizados.

Experimento	CT (cm)	CP (cm)	Peso Unitário (g)
Farelo de sementes	3,68 ± 0,28	2,96 ± 0,24	0,61 ± 0,02
Farelo de folhas	3,20 ± 0,24	2,57 ± 0,21	0,53 ± 0,02
Treosi	7,04 ± 0,51	6,17 ± 0,51	4,90 ± 0,05

CT: Comprimento Total; CP: Comprimento Padrão.

Fotos: Jony Dairiki

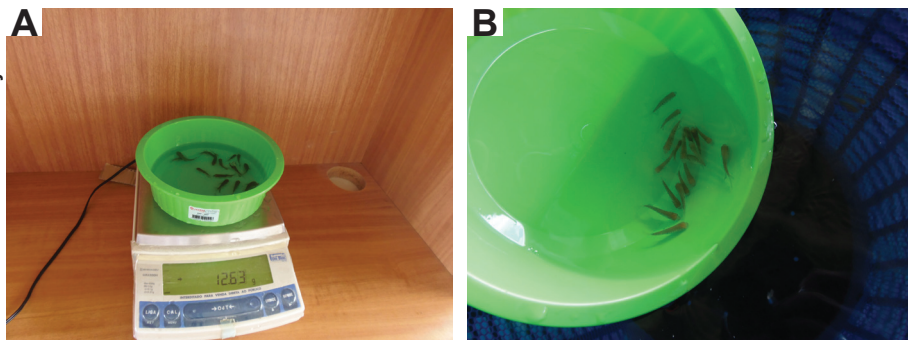


Figura 22. A) Pesagem dos lotes iniciais; B) Alocação dos peixes nas unidades experimentais.

Fotos: Jony Dairiki



Figura 23. Alocação dos peixes nas unidades experimentais.

Ao final do período experimental foram avaliados os seguintes índices de desempenho zootécnico (Figuras 24A e 24B e 25A e 25B):

- Peso final (PF)
- Ganho de peso (GP) = [(peso final) – (peso inicial)]
- Consumo de ração
- Conversão alimentar aparente (CAA) = [(consumo de ração) ÷ (ganho de peso)]
- Taxa de crescimento específico:
(TCE) = $\{[(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) \div \text{período}] \times 100\}$
- Sobrevivência
(S) = $[(\text{número de animais final} \div \text{número de animais inicial}) \times 100]$



Fotos: Jony Dairiki

Figura 24. A) Animais experimentais ao término do período experimental; B) Detalhe da pesagem de um dos lotes.

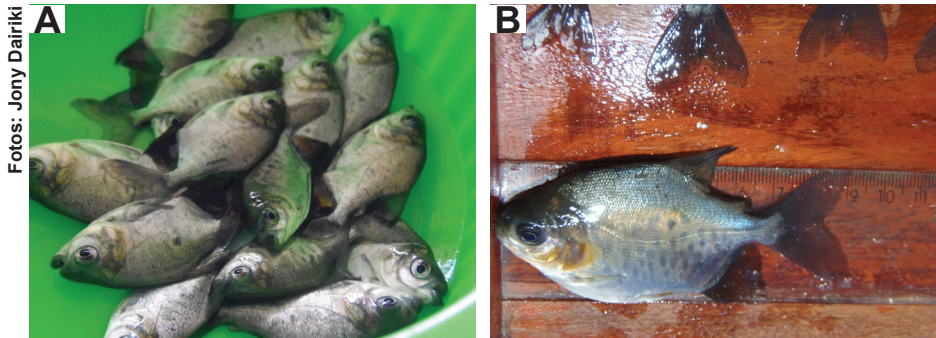


Figura 25. A) Animais experimentais ao término do período experimental; B) Detalhe da medição de um dos peixes com auxílio de um ictiômetro.

Análises estatísticas e regressões polinomiais

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias [Tukey ($\alpha=0,05\%$)] por meio do sistema computacional SAS (SAS, 2006). Foram confeccionadas regressões polinomiais para determinação do melhor nível de inclusão dos farelos de sementes, folhas de sachá-inchi e de Treosi.

Resultados e Discussão

Qualidade da água

Por meio do monitoramento dos parâmetros de qualidade da água, realizado nos três ensaios, foi possível verificar que estes apresentaram médias dentro dos limites adequados para a espécie (Tabela 17) e de acordo com as citações realizadas por Dairiki e Silva (2011), Oliveira et al. (2012), Gomes et al. (2013) e Rodrigues (2013).

Tabela 17. Parâmetros de qualidade da água dos experimentos realizados.

Experimento	O.D. (mg/L)	pH	T °C
Farelo de sementes	6,36 ± 0,30	6,13 ± 0,09	28,55 ± 1,01
Farelo de folhas	6,44 ± 0,34	6,20 ± 0,13	28,80 ± 1,24
Treosi	5,26 ± 0,87	5,58 ± 0,27	28,72 ± 0,74

O.D.: Oxigênio Dissolvido; T: Temperatura.

Uso de sachá-inchi

Pelas destacadas características nutricionais da sachá-inchi, em especial, pela riqueza em ácidos graxos poli-insaturados, como o ácido linolênico (ômega 3) e o ácido linoleico (ômega 6) contidos nas sementes (Bussmann et al., 2013), pesquisas foram realizadas no intuito de se avaliar os benefícios da ingestão do óleo de sachá-inchi para a saúde humana (Garmendia et al., 2011; Souza et al., 2013; Gonzales et al., 2014; Catalán et al., 2015; Alayón; Echeverri, 2016). Estudos complementares aos testes com humanos foram realizados com animais de laboratório, dentre estes com relevância para ratos (Valenzuela et al., 2014a, 2014b; Rincón-Cervera et al., 2016; Rodríguez, 2016; Rodeiro et al., 2018).

Poucos são os estudos zootécnicos utilizando sachá-inchi como alimento e/ou ingrediente para compor rações de animais em confinamento. Estudo realizado por Guevara et al. (2016a) avaliou o desempenho produtivo de porquinhos-da-índia (*Cavia porcellus*) alimentados com dietas suplementadas com 1% de óleo de pescado e 4% de sementes de sachá-inchi durante 28 dias. Ao término do período experimental, os autores não observaram diferenças significativas para as variáveis zootécnicas, como ganho de peso, consumo, conversão alimentar e rendimento de carcaça. Para complementar o estudo, eles (Guevara et al., 2016b) avaliaram o enriquecimento do tecido muscular da espécie com o uso dos ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 presentes nos tratamentos com a suplementação do óleo de pescado e sementes de sachá-inchi. Houve maior retenção de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 DHA (ácido graxo docosaheptaenoico) e EPA (ácido graxo eicosapentaenoico) nos animais alimentados com 1% de óleo de pescado, além disso animais alimentados somente com a suplementação de 4% de sementes de sachá-inchi apresentaram maior retenção de ácidos graxos ômega 3 ALA (ácido graxo linolênico), comprovando desta forma a melhoria da qualidade nutricional corporal, reflexo da melhor suplementação alimentar desses animais.

Estudo realizado com frangos da linhagem Cobb Vantress 500 não observou diferença significativa nos parâmetros de desempenho zootécnico (peso corporal, consumo, mortalidade, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva) entre animais suplementados com 5% de azeite de sachá-inchi dos animais controle. Entretanto, houve significativo incremento da imunida-

de passiva contra o vírus da doença de Newcastle dos animais alimentados com o azeite de sacha-inchi, comprovando a possibilidade de melhoria do sistema imunológico desses animais (Lucas et al., 2011).

Farelo de sementes de sacha-inchi

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos para os parâmetros de desempenho zootécnico avaliados: peso unitário final (PUF), ganho de peso unitário (GPU), consumo individual (Consi), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE) e comprimento total (CT) de juvenis de tambaqui alimentados com níveis de inclusão de farelo de sementes de sacha-inchi (Tabela 18).

Em comparação ao tratamento controle (isento do farelo de sementes de sacha-inchi), os demais tratamentos não proporcionaram desempenho igual nem superior, evidenciando problemas na inclusão desse ingrediente nas dietas experimentais. O PUF, o GPU e a TCE (Figuras 26, 27 e 28) apresentaram claramente uma curva decrescente do desempenho zootécnico à medida que se aumentavam os níveis de inclusão. As piores conversões alimentares aparentes evidenciadas se referem aos tratamentos com a inclusão do farelo de sementes de sacha-inchi (Figura 29).

O uso de sacha-inchi para peixes em geral é restrito, pouco difundido e carece de mais estudos para elucidar o real aproveitamento desse ingrediente na nutrição, fisiologia, imunidade e na agregação de valor nutricional aos filés e carcaça por meio do fornecimento de óleo, sementes, folhas e principalmente da Treosi. Garcia-Ayala et al. (2012) avaliaram o crescimento de alevinos de pacu-cadete ou jumento (*Myleus schomburgkii*) com peso inicial médio de 26 g, alimentados com quatro níveis de proteína e com a inclusão de altos valores do farelo de sementes de sacha-inchi (45%, 55%, 65% e 75%). Não houve diferença significativa no desempenho zootécnico dos animais após 168 dias de alimentação. Ao contrário dos dados apresentados nesta pesquisa com o tambaqui, espécie pertencente à mesma família do pacu-cadete ou jumento, não foi relatado por Garcia-Ayala et al. (2012) problemas na palatabilidade e no consumo das rações experimentais.

Tabela 18. Desempenho zootécnico e relações corporais de juvenis de tambaqui alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farelo de sementes de sachá-inchi.

Variável Desempenho	Níveis de farelo de sementes de sachá-inchi					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
PUI (g)	0,63+0,01 ⁽²⁾	0,60+0,04	0,61+0,03	0,62+0,02	0,61+0,02	0,60+0,02
PUF (g)	8,02+0,95 ^a	6,04+0,18 ^b	5,77+0,54 ^b	5,14+0,94 ^b	5,55+0,39 ^b	4,80+0,70 ^b
GPU (g)	7,39+0,96 ^a	5,45+0,17 ^b	5,16+0,52 ^b	4,53+0,95 ^b	4,95+0,41 ^b	4,19+0,71 ^b
CONSI (g)	9,77+1,29 ^a	8,00+0,29 ^b	7,98+0,40 ^b	8,00+0,21 ^b	8,03+0,32 ^b	8,64+0,86 ^{ab}
CAA	1,32+0,08 ^a	1,47+0,04 ^a	1,55+0,11 ^{ab}	1,83+0,39 ^{ab}	1,64+0,19 ^{ab}	2,11+0,40 ^b
TCE (%/dia)	3,67+0,19 ^a	3,36+0,08 ^{ab}	3,25+0,10 ^{ab}	3,06+0,28 ^b	3,21+0,15 ^b	2,99+0,25 ^b
S (%)	91,25+14,36	100,00+0,00	98,75+2,50	100,00+0,00	97,50+2,89	90,00+10,00
CT (cm)	7,44+0,25 ^a	6,81+0,12 ^{ab}	6,69+0,23 ^b	6,37+0,50 ^b	6,47+0,24 ^b	6,01+0,28 ^c

PUI = Peso unitário inicial; PUF = Peso unitário final; GPU = Ganho de peso unitário; CONSI = Consumo individual; CAA = Conversão alimentar aparente; TCE = Taxa de crescimento específico; CT = Comprimento total; CP = Comprimento padrão; S = Sobrevivência.

⁽¹⁾ Diferenças significativas indicadas por sobrescrito (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

⁽²⁾ Dados organizados (média \pm desvio padrão).

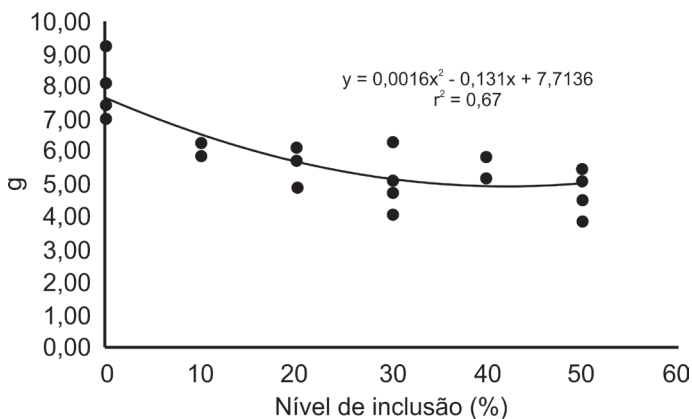


Figura 26. Peso unitário final (PUF) de juvenis de tambaqui alimentados com farelo de semente de sachá-inchi.

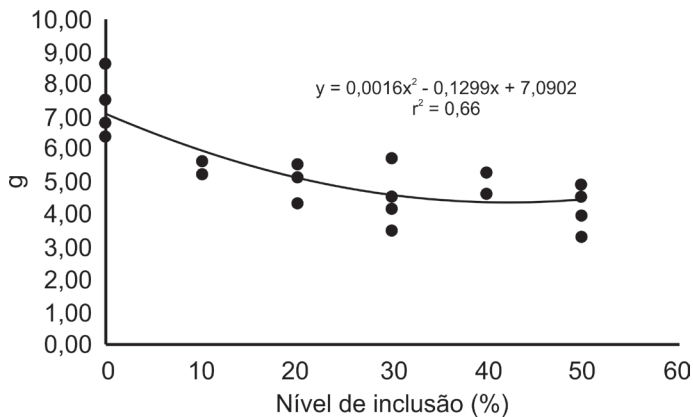


Figura 27. Ganho de peso unitário (GPU) de juvenis de tambaqui alimentados com farelo de semente de sachá-inchi.

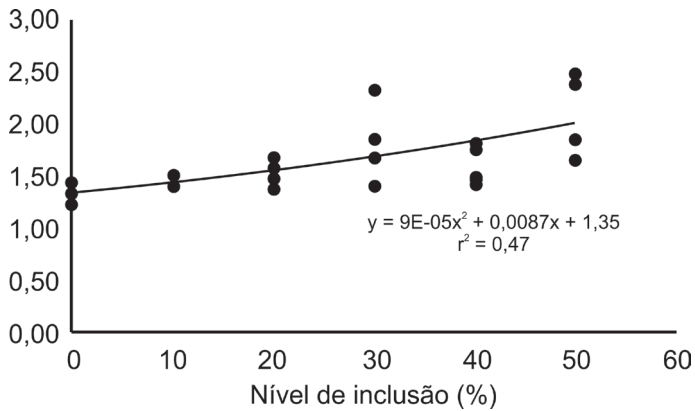


Figura 28. Conversão alimentar aparente (CAA) de juvenis de tambaqui alimentados com farelo de semente de sachá-inchi.

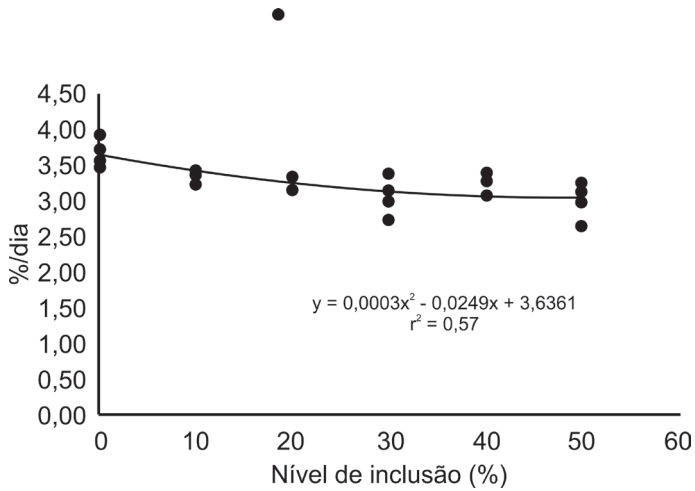


Figura 29. Taxa de crescimento específico (TCE) de juvenis de tambaqui alimentados com farelo de semente de sachá-inchi.

Araújo-Dairiki et al. (2018), avaliando o farelo de sementes de sachá-inchi para juvenis de tambaqui ($29,8 \text{ g} \pm 1,0 \text{ g}$; $11,0 \text{ cm} \pm 1,4 \text{ cm}$) e de matrinxã (*Brycon amazonicus*) ($34,8 \text{ g} \pm 1,3 \text{ g}$; $13,7 \text{ cm} \pm 1,0 \text{ cm}$), determinaram inclusão máxima desse farelo na alimentação dessas espécies em 15% e 30%, respectivamente, sem o comprometimento do desempenho e dos parâmetros corporais. Uma das possíveis explicações para o pior desempenho de juvenis de tambaqui alimentados com níveis de inclusão do farelo de semente de sachá-inchi da presente pesquisa pode ser atribuída ao peso e tamanho dos animais ($0,61 \pm 0,02 \text{ g}$; $3,68 \pm 0,28 \text{ cm}$), que são valores inferiores aos apresentados nos trabalhos de Garcia-Ayala et al. (2012) e Araújo-Dairiki et al. (2018). Animais jovens podem apresentar maior sensibilidade aos fatores antinutricionais presentes nas sementes de sachá-inchi, como, por exemplo, os taninos (Romero, 2009).

Farelo de folhas de sachá-inchi

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos para os parâmetros de desempenho zootécnico avaliados: PUF, GPU, Consi, CAA, TCE e CT de juvenis de tambaqui alimentados com níveis de inclusão de farelo de folhas de sachá-inchi (Tabela 19).

Neste experimento, houve um decréscimo nos parâmetros de desempenho zootécnico à medida que se elevava o nível de inclusão do farelo de folhas de sachá-inchi (Figuras 30, 31 e 33). Apenas a inclusão de 10% desse farelo propiciou desempenho similar ao tratamento controle (isento do farelo de folhas de sachá-inchi). A partir da inclusão de 20% houve decréscimo do crescimento, evidenciado pelos parâmetros: PUF, GPU e TCE (Figuras 30, 31 e 33). As piores conversões alimentares aparentes se referem aos tratamentos com a inclusão de 40% e 50% do farelo de folhas de sachá-inchi (Figura 32).

Tabela 19. Desempenho zootécnico e relações corporais de juvenis de tambaqui alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farelo de folhas de sachá-inchi.

Variável Desempenho	Níveis de farelo de folhas de sachá-inchi					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
PUI (g)	0,53+0,01 ⁽¹⁾	0,52+0,01	0,53+0,02	0,53+0,02	0,52+0,01	0,52+0,02
PUF (g)	11,97+2,00 ^a	10,35+0,99 ^{ab}	8,37+1,10 ^b	5,56+0,92 ^c	4,49+1,08 ^c	3,34+0,47 ^c
GPU (g)	11,44+2,01 ^a	9,84+0,98 ^{ab}	7,84+1,08 ^b	5,03+0,90 ^c	3,97+1,08 ^c	2,82+0,48 ^c
Consi (g)	14,60+2,98 ^a	12,92+0,94 ^{ab}	10,36+1,37 ^{bc}	8,34+0,86 ^c	9,19+1,89 ^b	7,65+1,10 ^b
CAA	1,27+0,06 ^a	1,32+0,04 ^a	1,32+0,05 ^a	1,68+0,20 ^a	2,35+0,18 ^b	2,77+0,58 ^b
TCE (%/dia)	4,50+0,24 ^a	4,34+0,13 ^{ab}	3,98+0,14 ^b	3,40+0,19 ^c	3,10+0,35 ^{cd}	2,68+0,24 ^d
S (%)	85,00+16,83	96,25+4,79	95,00+10,00	93,75+4,79	81,25+13,15	92,50+8,66
CT (cm)	8,26+0,47 ^a	7,99+0,26 ^a	7,62+0,25 ^a	6,58+0,38 ^b	5,81+0,41 ^b	5,49+0,28 ^c

PUI = Peso unitário inicial; PUF = Peso unitário final; GPU = Ganho de peso unitário; Consi = Consumo individual; CAA = Conversão alimentar aparente; TCE = Taxa de crescimento específico; CT = Comprimento total; CP = Comprimento padrão; S = Sobrevivência.

⁽¹⁾ Diferenças significativas indicadas por sobrescrito (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

⁽²⁾ Dados organizados (média \pm desvio padrão).

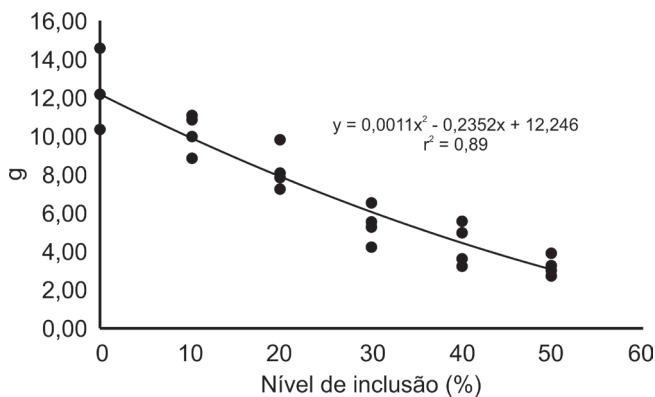


Figura 30. Peso unitário final (PUF) de juvenis de tambaqui alimentados com farelo de folha de sachá-inchi.

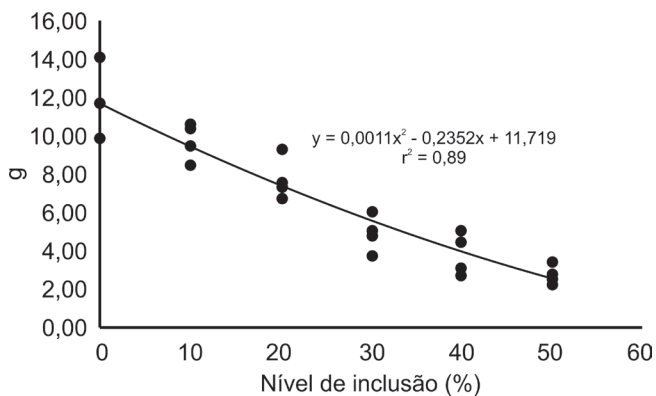


Figura 31. Ganho de peso unitário (GPU) de juvenis de tambaqui alimentados com farelo de folha de sachá-inchi.

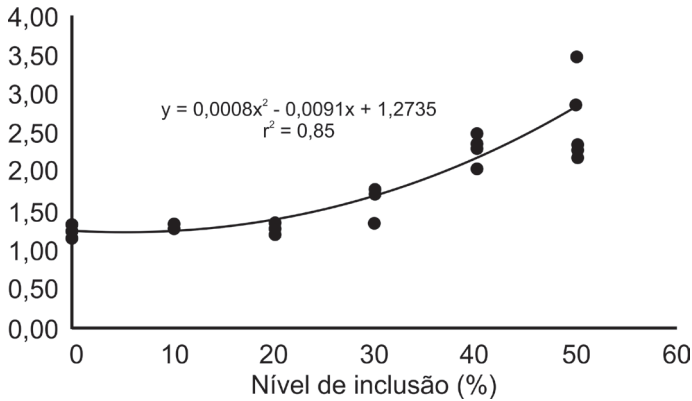


Figura 32. Conversão alimentar aparente (CAA) de juvenis de tambaqui alimentados com farelo de sachá-inchi.

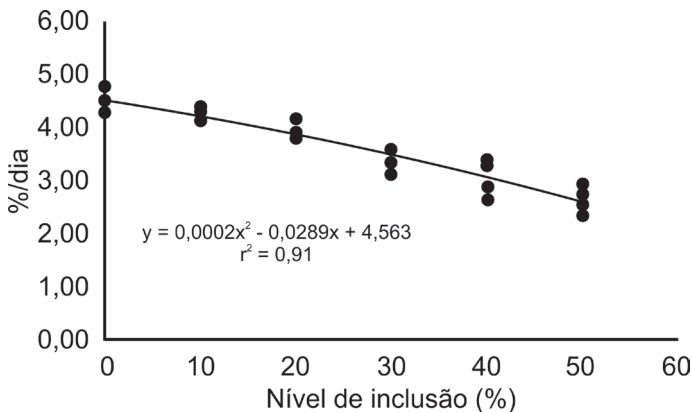


Figura 33. Taxa de crescimento específico (TCE) de juvenis de tambaqui alimentados com farelo de folha de sachá-inchi.

O uso do farelo de folhas de sachá-inchi na nutrição de animais em geral não foi encontrado nas bases de dados pesquisadas. A inclusão recomendada, de apenas 10% baseada nos resultados de desempenho zootécnico dos juvenis de tambaqui ($0,53 \text{ g} \pm 0,02 \text{ g}$; $3,20 \text{ cm} \pm 0,24 \text{ cm}$) da presente pesquisa, foi considerada baixa. Uma das possíveis explicações para a perda do desempenho zootécnico é que à medida que os níveis de farelo aumentaram, também aumentou o nível de fibra das rações experimentais (Tabela 10). O farelo de folhas de sachá-inchi apresentou 18,1% de fibra bruta na sua composição centesimal (Tabela 3). Níveis elevados de fibra bruta nas rações

para peixes onívoros podem prejudicar a digestibilidade dos ingredientes e conseqüentemente dos nutrientes, diminuir o tempo de retenção e aproveitamento do alimento e aumentar as perdas por meio das fezes excretadas pela diminuição do tempo de trânsito gastrintestinal (Meurer et al., 2003; Lanna et al., 2004a).

Segundo Rodrigues et al. (2010), a inclusão máxima de 9% de fibra bruta para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (peso médio inicial de 43,0 g \pm 2,2 g e da mesma família do tambaqui) não causa efeito negativo na digestibilidade da energia, proteína, matéria seca e extrato etéreo e tampouco altera o tempo de trânsito gastrintestinal. Porcentagens de 11%, 13% e 15% de fibra foram prejudiciais para a espécie. Houve uma aceleração dos movimentos peristálticos e do fluxo gastrintestinal causando redução do tempo de trânsito ou retenção do bolo alimentar. Para os juvenis de tambaqui do presente trabalho níveis acima de 9% de fibra bruta foram determinados para os tratamentos 30%, 40% e 50% de inclusão do farelo de folha de sachá-inchi, os quais podem ter influenciado negativamente o desempenho zootécnico.

Para juvenis de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) com peso médio inicial de 17,40 g \pm 3,06 g, Garcia et al. (1999) concluíram que o nível de 9% de fibra bruta propiciou melhor resposta de ganho de peso, redução nos níveis de gordura na carcaça e, dessa forma, não houve prejuízo ao desempenho zootécnico desses animais. Constatou-se que os peixes alimentados com subprodutos de origem vegetal ricos em fibra bruta apresentaram bom crescimento, tendência esta não observada para juvenis de tambaqui. No caso de juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso de 6,40 g a 31,0 g, Lanna et al. (2004b) recomendaram a inclusão máxima de fibra bruta em 9%, corroborando as inferências apresentadas por Rodrigues et al. (2010) e pela presente pesquisa.

Treosi

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos para os parâmetros de desempenho zootécnico avaliados: PUF, GPU, Consi, CAA, TCE e CT de juvenis de tambaqui alimentados com níveis de inclusão da Treosi (Tabela 20).

Tabela 20. Desempenho zootécnico e relações corporais de juvenis de tambaqui alimentados com dietas contendo diferentes níveis de Treosi.

Variável Desempenho	Níveis de Treosi					
	Rações experimentais					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
PUI (g)	4,90+0,02 ⁽¹⁾	4,85+0,08	4,90+0,05	4,91+0,07	4,90+0,06	4,92+0,04
PUF (g)	41,71+2,94 ^a	38,39+2,26 ^{ab}	39,58+3,81 ^{ab}	36,16+2,77 ^{ab}	36,48+2,63 ^{ab}	33,62+2,69 ^b
GPU (g)	36,84+2,94 ^a	33,53+2,23 ^{ab}	34,68+3,79 ^{ab}	31,24+2,74 ^{ab}	31,57+2,63 ^{ab}	28,70+2,72 ^b
Consi (g)	46,63+2,90 ^a	40,07+2,69 ^b	40,24+2,36 ^b	39,15+0,21 ^b	41,17+1,56 ^b	39,97+3,02 ^b
CAA	1,27+0,03 ^{ab}	1,20+0,04 ^a	1,17+0,08 ^a	1,26+0,11 ^{ab}	1,31+0,11 ^{ab}	1,40+0,06 ^b
TCE (%/dia)	3,34+0,11 ^a	3,23+0,09 ^{ab}	3,26+0,14 ^{ab}	3,12+0,11 ^{ab}	3,13+0,11 ^{ab}	3,00+0,14 ^b
S (%)	100,00+0,00	100,00+0,00	98,33+3,33	98,33+3,33	100,00+0,00	100,00+0,00
CT (cm)	12,70+0,56 ^a	12,41+0,86 ^{ab}	12,43+0,60 ^{ab}	11,92+1,06 ^{ab}	12,12+1,20 ^{ab}	11,60+0,78 ^b

PUI = Peso unitário inicial; PUF = Peso unitário final; GPU = Ganho de peso unitário; Consi = Consumo individual; CAA = Conversão alimentar aparente; TCE = Taxa de crescimento específico; CT = Comprimento total; CP = Comprimento padrão; S = Sobrevivência.

⁽¹⁾ Diferenças significativas indicadas por sobrescrito (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

⁽²⁾ Dados organizados (média \pm desvio padrão).

Houve um decréscimo nos parâmetros de desempenho zootécnico à medida que se elevava o nível de inclusão da Treosi (Figuras 34, 35 e 37). A inclusão de até 40% da Treosi propiciou desempenho similar ao tratamento controle (isento do farelo de folhas de sachá-inchi). A pior conversão alimentar foi observada no tratamento 50% de Treosi (Figura 36).

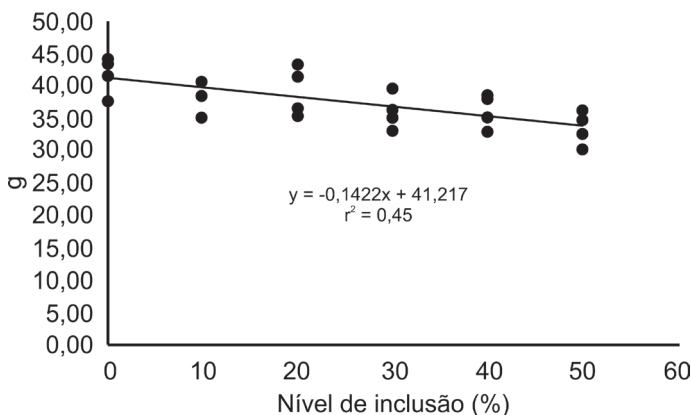


Figura 34. Peso unitário final (PUF) de juvenis de tambaqui alimentados com Treosi.

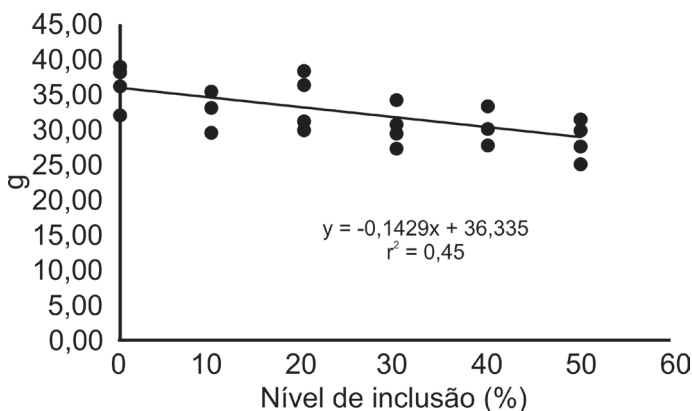


Figura 35. Ganho de peso unitário (GPU) de juvenis de tambaqui alimentados com Treosi.

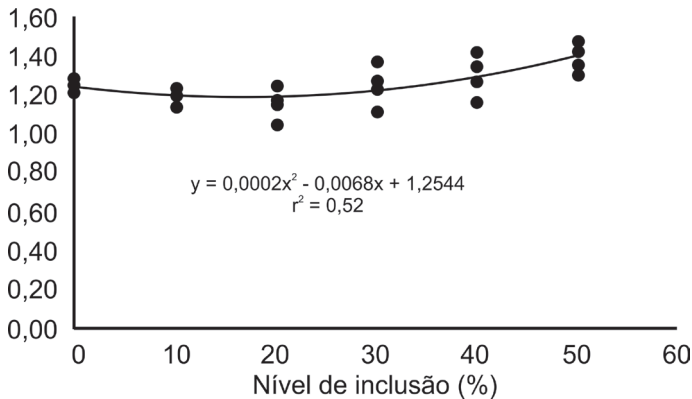


Figura 36. Conversão alimentar aparente (CAA) de juvenis de tambaqui alimentados com Treosi.

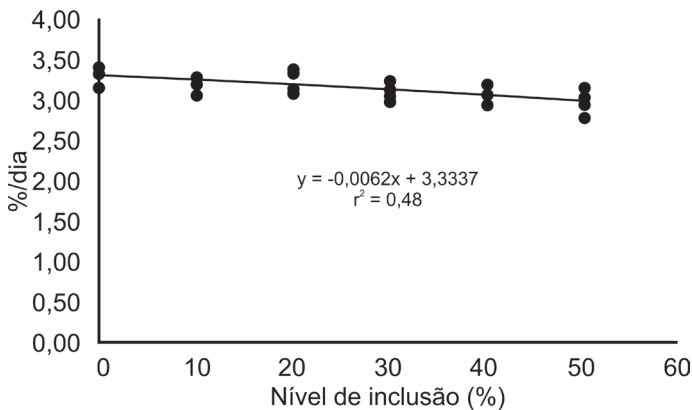


Figura 37. Taxa de crescimento específico (TCE) de juvenis de tambaqui alimentados com Treosi.

A Treosi pode apresentar um excelente teor proteico de aproximadamente 59% de proteína bruta (Chirinos et al., 2016; González-Linares et al., 2017). Ao se comparar o teor proteico da Treosi obtida experimentalmente na Embrapa Amazônia Ocidental foi possível concluir que o processo de extração do óleo foi deficiente e que poderia ter sido removido mais óleo. De acordo com a Tabela 5, as porcentagens de proteína bruta e de extrato etéreo foram 35,49% e 42,12%, respectivamente, na Treosi obtida experimental-

mente. O nível de extrato etéreo poderia ser diminuído até 8,9%, de acordo com Chirinos et al. (2016), com eficiente remoção do óleo de sachá-inchi.

Segundo Zambrano e Cruz (2016), foram detectados fatores antinutricionais na Treosi, os principais são os taninos e as saponinas. Estes podem limitar a utilização desse ingrediente na alimentação animal. Entretanto, com exceção do tratamento 50% de inclusão de Treosi (Tabela 20), os demais não apresentaram perda de desempenho zootécnico, fator este positivo da presente pesquisa e superior ao apresentado por Ângulo e Morales (2007), que concluíram não existir prejuízo na inclusão de até 30% da Treosi na nutrição de juvenis da mesma espécie de peso médio inicial de 21,27 g. Para outras espécies onívoras, como juvenis de pirapitinga (*Piaractus brachipomus*) de peso médio inicial de 50 g, Mamani (2017) concluiu que a melhor inclusão da torta para a espécie foi de 20%. Para juvenis de tilápia-vermelha (*Oreochromis* sp.) de peso médio inicial de 5,8 g, Miranda-Gelvez e Guerrero-Alvarado (2015) definiram uma inclusão máxima de 20% da Treosi.

O uso de tortas de extração de óleo tem se comprovado como alternativa eficiente e sustentável, uma vez que há uma correta destinação dos resíduos ou subprodutos gerados e conseqüentemente a eliminação dos descartes que poderiam poluir o meio ambiente. Tortas de castanha (*Bertholletia excelsa*) e de mocambo (*Theobroma bicolor*) foram avaliadas na nutrição de juvenis de pirapitinga e consideradas bons insumos alternativos para compor rações para a espécie (Ochoa, 2015). A recomendação de 40% de inclusão de Treosi para juvenis de tambaqui abre uma nova perspectiva de aproveitamento desse subproduto na nutrição da espécie e com a possível extensão para outros peixes onívoros tropicais.

Conclusões

- a) Juvenis de tambaqui apresentam melhor desempenho zootécnico quando alimentados com rações contendo 10% de farelo de folhas de sachá-inchi e com até 40% da Treosi.
- b) A inclusão do farelo de sementes da sachá-inchi para a espécie foi prejudicada, fato atribuído à presença da casca ou tegumento das sementes processadas, que interferiram negativamente na palatabilidade das rações experimentais.

Agradecimentos

À Sra. Irani da Silva Morais, assistente da Embrapa Amazônia Ocidental, pela indispensável contribuição com as análises da qualidade da água; ao Sr. Raimundo Nonato Macedo Sobrinho, assistente da Embrapa Amazônia Ocidental, pelo importante auxílio no processo de prensagem para obtenção da Treosi; aos Srs. José Marconde da Costa e Silva e Edson Paiva Afonso, assistentes da Embrapa Amazônia Ocidental, pelo auxílio nas biometrias e rotinas de alimentação dos animais experimentais; à Sra. Daniela Nomura Varandas, técnica de piscicultura da empresa Trouw Nutrition, a Nutreco Company, pelo fornecimento dos premixes mineral e vitamínico; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa por meio do processo 471753/2013-0, aprovado no Edital Universal 14/2013.

Referências

- ALAYÓN, A. N.; ECHEVERRI, I. Sacha-inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo): a wasted ancestral experience? Clinical evidence related to its consumption. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 43, n. 2, p. 167-171, 2016.
- ALMEIDA, L. C.; LUNDSTEDT, L. M.; MORAES, G. Digestive enzyme responses of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed on different levels of protein and lipid. **Aquaculture Nutrition**, v. 12, p. 443-450, 2006.
- ANGULO, J. R.; MORALES, E. M. V. **Utilización de la torta de sachá-inchi, *Plukenetia volubilis* (Euphorbiaceae) en raciones para alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Serrasalimidae) criados en jaulas flotantes. 2007.** 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Biologia) – Universidade Nacional da Amazônia – Faculdade de Ciências Biológicas, Iquitos-Perú.
- ARAÚJO-DAIRIKI, T. B.; CHAVES, F. C. M.; DAIRIKI, J. K. Seeds of sachá-inchi (*Plukenetia volubilis*, Euphorbiaceae) as a feed ingredient for juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon amazonicus* (Characidae). **Acta Amazonica**, v. 48, n. 1, p. 32-37, 2018.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 17th ed. Washington, DC, 2000. 1141 p.

BORDINGON, S. R.; AMBROSANO, G. M.; RODRIGUES, P. H. V. Propagação in vitro de sachá-inchi. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 1168-1172, 2012.

BUSSMANN, R. W.; ZAMBRANA, N. P.; TÉLLEZ, C. *Plukenetia carolis-vegae* (Euphorbiaceae) – a new useful species from Northern Peru. **Economic Botany**, v. 67, n. 4, p. 387-392, 2013.

CAI, Z. Q. Shade delayed flowering and decreased photosynthesis, growth and yield of sachá-inchi (*Plukenetia volubilis*) plants. **Industrial Crops and Products**, v. 34, p. 1235-1237, 2011.

CASTILLO SAAVEDRA, E. F.; CASTILLO VIEIRA, S. F.; REYES ALFARO, C. E. Estudio fitoquímico de *Plukenetia volubilis* L, y su efecto antioxidante en la lipoperoxidación inducida por Fe³⁺/ascorbato en hígado de *Rattus rattus* var. albinus. **UCV – Scientia**, v. 2, n. 1, p. 11-21, 2010.

CATALÁN, J. S.; AGÜERO, S. D.; GARCÍA, J. T. Los ácidos grasos dietarios y su relación con la salud. **Nutrición Hospitalaria**, v. 32, n. 3, p. 1362-1375, 2015.

CÉSPEDES, E. I. M. **Cultivo de sachá-inchi**. San Martín: Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria: Ministério de Agricultura, 2006. 11 p.

CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; SILVA, A. L. F.; GOMES, L. C.; BRANDÃO, F. R. Respostas fisiológicas de tabaqui a banhos terapêuticos com mebendazol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 713-716, 2006.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tabaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 397-402, 2003.

CHIRINOS, R.; AQUINO, M.; PEDRESCHI, R.; CAMPOS, D. Optimized methodology for alkaline and enzyme assisted extraction of protein from sachá-inchi (*Plukenetia volubilis*) kernel cake. **Journal of Food Process Engineering**, v. 40, p. 1-8, 2016.

DAIRIKI, J. K.; SILVA, T. B. A. da. **Revisão de literatura**: exigências nutricionais do tabaqui - compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 91).

EDGAR II. Disponível em: <<http://www.edgarweb.org.uk/choosedesign.htm>>. Acesso em: 20 mar. 2007.

FISHBASE. Disponível em <<http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?ID=263eAT=tambaqui>>. Acesso em: 30 nov. 2010.

FOLEGATTI-ROMERO, L. A.; PIANTINO, C. R.; GRIMALDI, R.; CABRAL, F. A. Supercritical CO₂ extraction of ômega-3 rich oil from sachá-inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 49, p. 323-329, 2009.

GARCIA, J. E.; PEZZATO, L. E.; ZANIBONI FILHO, E.; VICENTINI, C. A. Utilização da fibra bruta na nutrição da Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*). **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 3, p. 725-731, 1999.

GARCIA-AYALA, J.; VILLA-LAVY, J.; MORI-PINEDO, L. Efecto de cuatro niveles protéicos provenientes de la harina de sachá-inchi *Plukenetia volubilis* (Euphorbiaceae) en el crecimiento de alevinos de banda negra *Myleus schomburgkii* (Pisces, Serrasalmidae) criados em cautiverio. **Folia Amazônica**, v. 21, n. 1-2, p. 53-62, 2012.

GARMENDIA, F.; PANDO, R.; RONCEROS, G. Efecto del aceite de sachá-inchi (*Plukenetia volubilis* L) sobre el perfil lipídico en pacientes com hiperlipoproteinemia. **Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica**, v. 28, n. 4, p. 628-632, 2011.

GOMES, L. C.; SILVA, C. R. Impact of pond management on tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier), production during growth-out phase. **Aquaculture Research**, v. 40, p. 825-832, 2009.

GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSETOTTO, B.; GOMES, L. de C. (Ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria, 2013. p. 175-204.

GONZALES, G. F.; GONZALES, C.; VILLEGAS, L. Exposure of fatty acids after a single oral administration of sachá-inchi (*Plukenetia volubilis* L.) and sunflower oil in human adult subjects. **Toxicology Mechanisms and Methods**, v. 24, n. 1, p. 60-69, 2014.

GONZÁLEZ-LINARES, J. I.; MEDINA-VILANCO, M. L.; GARAY-MONTES, R.; MENDIETA-TABOADA, O. W. Desarrollo de películas comestibles a partir de proteínas extraídas de la torta de sachá-inchi (*Plukenetia volubilis* L.). **Información Tecnológica**, v. 28, n. 5, p. 115-130, 2017.

GUEVARA, V. J.; ROJAS, M. S.; CARCÉLEN, C. F.; BEZADA, Q. S.; ARBAIZA, F. T. Parâmetros productivos de cuyes criados con dietas suplementadas con aceite de pescado y semillas de sachá-inchi. **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, v. 27, n. 4, p. 715-721, 2016a.

GUEVARA, V. J.; ROJAS, M. S.; CARCÉLEN, C. F.; BEZADA, Q. S.; SEMINARIO, S. L. Enriquecimiento de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) con ácidos grasos omega-3 mediante dietas con aceite de pescado y semillas de sachá-inchi (*Plukenetia volubilis*). **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, v. 27, n. 1, p. 45-50, 2016b.

GUILLÉN, M. D.; RUIZ, A.; CABO, N.; CHIRINOS, R.; PASCUAL, G. Characterization of sacha-inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil by FTIR spectroscopy and H NMR. Comparison with linseed oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 80, n. 8, p. 755–762, Aug. 2003.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da Pesca 2007**: grandes regiões e Unidades da Federação. Brasília, 2007. 113 p.

IBGE. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, 2016. v. 44. 53 p.

JACOMETO, C. B.; BARRERO, N. M. L.; RODRIGUEZ, M. P.; GOMES, P. C.; POVH, J. A.; STREIT JUNIOR, D. P.; VARGAS, L.; RESENDE, E. K.; RIBEIRO, R. P. Variabilidade genética em tambaquis (Teleostei: Characidae) de diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 5, p. 481-487, 2010.

KRIVANKOVA, B.; POLESNY, Z.; LOJKA, B.; BANOUT, J.; PREININGER, D. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*, Euphorbiaceae): a promising oilseed crop from Peruvian Amazon. In: INTERNATIONAL RESEARCH ON FOOD SECURITY, NATURAL RESOURCE MANAGEMENT AND RURAL DEVELOPMENT, 2007, Witzenhausen. **Tropentag 2007**. s.l., 2007.

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

LANNA, E. A. T.; PEZZATO, L. E.; FURUYA, W. M.; VICENTINI, C. A.; CECON, P. R.; BARROS, M. M. Fibra bruta e óleo em dietas práticas para alevinos de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2177-2185, 2004b.

LUCAS, L. J.; ICOCHEA, D. E.; VALDIVIA, R. R.; CARCÉLEN, C. F.; GUZMÁN, G. J. Efecto del aceite de sacha-inchi (*Plukenetia volubilis*) en la dieta de reproductoras de pollos de engorde sobre el desempeño productivo de su progénie. **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, v. 22, n. 4, p. 283-289, 2011.

MAMANI, Y. C. Efecto de diferentes niveles de dietas alimentarias en base a torta de sacha-inchi (*Plukenetia volubilis*) en la alimentación de paco (*Piaractus brachypomus*) en la región Madre de Dios. **Revista de Investigaciones de la Escuela de Posgrado**, v. 6, n. 3, p. 264-270, 2017.

MARIA, A. N.; AZEVEDO, H. C.; SANTOS, J. P.; SILVA, C. A.; CARNEIRO, P. C. F. Semen characterization and sperm structure of the Amazon tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 26, p. 779-783, 2010.

- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Fibra bruta para alevinos de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*, L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 256-261, 2003.
- MIRANDA-GELVEZ, R. A.; GUERRERO-ALVARADO, C. E. Efecto de la torta de Sacha-inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). **Respuestas**, v. 20, n. 2, p. 82-92, 2015.
- NASCIMENTO, A. K. L.; SANTOS, N. D.; CÂMARA, R. S. G.; COSTA, M. S. S. P.; SILVEIRA, R. F. M.; ROCHA, H. A. O.; SCORTECCI, K. C. Antioxidant activity of leaf extracts from *Plukenetia volubilis* (Euphorbiaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 57., 2011, Águas de Lindóia. **Resumos...** Águas de Lindóia: SBG, 2011. p. 87.
- NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 139-143, 2006.
- OBOLARI, A. M. M. **Germinação de sementes, sobrevivência e crescimento de plântulas de Sacha-inchi (*Plukenetia volubilis* L. – Euphorbiaceae)**. 2014. 24 f. Monografia (Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- OCHOA, N. C. **Efecto de dietas extruídas en base a torta de castanha (*Bertholletia excelsa*) y fruto de macambo (*Theobroma bicolor*), sobre los índices de crecimiento y zootécnicos en el cultivo de pacos juveniles (*Piaractus brachypomus*), provincia de tambopata, departamento de Madre de Dios**. 2015. 108 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Industrial) – Universidade Nacional Amazônica de Madre de Dios, Porto Maldonado-Perú.
- OKA, J. M.; SILVA, E. S.; CHAVES, F. C. M.; BRITO, A. U.; LOPES, M. T. G. Caracterização botânica de sachá-inchi (*Plukenetia volubilis* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 3., 2014, Santos. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014. 1 CD-ROM.
- OLIVEIRA, A. C. B.; MIRANDA, E. C.; CORREA, R. Exigências nutricionais e alimentação do tambaqui. In: FRACALLOSSI, D. M.; CYRINO, J. E. P. (Ed.). **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aqüicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 2012. p. 231-240.
- PAUCAR-MENACHO, L. M.; SALVADOR-REYES, R.; GUILLÉN-SÁNCHEZ, J.; CAPA-ROBLES, J.; MORENO-ROJO, C. Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sachá-inchi (*Plukenetia volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. **Scientia Agropecuaria**, v. 6, n. 4, p. 279-290, 2015.

- RINCÓN-CERVERA, M. A.; VALENZUELA, R.; HERNANDEZ-RODAS, M. C.; BARRERA, C.; ESPINOSA, A.; MARAMBIO, M.; VALENZUELA, A. Vegetable oils rich in alpha linolenic acid increment hepatic n-3 LCPUFA, modulating the fatty acid metabolism and antioxidante response in rats. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 111, p. 25-35, 2016.
- RODEIRO, I.; REMIREZ, D.; FLORES, D. Sacha-inchi (*Plukenetia volubilis* L.) powder: acute toxicity, 90 days oral toxicity study and micronucleus assay in rodents. **Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research**, v. 6, n. 1, p. 17-26, 2018.
- RODRIGUES, A. P. O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 1, p. 135-145, 2013.
- RODRIGUES, L. A.; FABREGAT, T. H. P.; FERNANDES, J. B. K.; NASCIMENTO, T. M. T.; SAKOMURA, N. K. Digestibilidade e tempo de trânsito gastrointestinal de dietas contendo níveis crescentes de fibra bruta para pacu. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 169-173, 2010.
- RODRÍGUEZ, C. A. C. **Efecto del aceite de sachá-inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desarrollo de câncer de colon inducido com 1,2 – dimetilhidrazina em ratas Holtzman**. 2016. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Medicina) – Faculdade de Medicina – UNT, Trujillo-Perú.
- ROMERO, R. M. Q. **Inhibición de factores antinutricionales (taninos), presentes en la semilla y torta del sachá-inchi (*Plukenetia volubilis*) mediante diferentes tratamientos térmicos**. 2009. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Zootecnista) – Universidade Nacional Agraria da Selva, Tingo María-Perú.
- SANTOS, G. M.; FERREIRA, E.; ZUANON, J. **Peixes comerciais de Manaus**. Manaus: IBAMA-AM, Provárzea, 2006. 144 p.
- SAS INSTITUTE INC. 2006, Base SAS® 9.1.3 **Procedures guide**. 2nd. Ed. v. 1-4. Cary, NC, 2006. 1461 p.
- SILVA, A. M. D.; GOMES, L. C.; ROUBACH, R. Growth, yield, water and effluent quality in ponds with different management during tambaqui juvenile production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 733-740, 2007.
- SOUZA, A. H. P.; GOHARA, A. K.; RODRIGUES, A. C.; SOUZA, N. E., VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M. Sacha-inchi as potential source of essential fatty acids and tocopherols: multivariate study of nut and shell. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 35, n. 4, p. 757-763, 2013.

STERBOVÁ, L.; CEPKOVÁ, P. H.; VIEHMANNOVÁ, I.; HUANSI, D. C. Effect of thermal processing on phenolic content, tocopherols and antioxidant activity of sacha-inchi kernels.

Journal of Food Processing and Preservation, v. 41, p. 1-8, 2016.

TIAN, Y.; LEI, Y.; ZHENG, Y.; CAI, Z. Synergistic effect of colonization with arbuscular mycorrhizal fungi improves growth and drought tolerance of *Plukenetia volubilis* seedlings. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, p. 687-696, 2013.

VALENZUELA, B. R.; BARRERA, R. C.; AYALA, J. M.; SANHUEZA, J.; VALENZUELA, B. A. Vegetable oils rich in alpha linolenic acid allow a higher accretion of n-3 LCPUFA in the plasma, liver and adipose tissue of the rat. **Grasas y Aceites**, v. 65, n. 2, p. 1-8, 2014a.

VALENZUELA, B. R.; BARRERA, R. C.; GONZÁLEZ-ASTORGA, M.; SANHUEZA, J.; VALENZUELA, B. A. Alpha linolenic acid (ALA) from *Rosa canina*, sacha-inchi and chia oils may increase ALA accretion and its conversion into n-3 LCPUFA in diverse tissues of the rat. **Food & Function**, v. 5, 1564-1572, 2014b.

ZAMBRANO, J. C. H.; CRUZ, O. T. B. Recursos y nuevas opciones en la alimentación animal: torta de sacha-inchi (*Plukenetia volubilis*). **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 83-92, 2016.



Amazônia Ocidental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

CGPE 14659