

Obtenção e Uso de Levedura da Indústria de Álcool para Formulação de Ração para Peixes Onívoros Amazônicos



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



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

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
39**

Obtenção e Uso de Levedura da Indústria
de Álcool para Formulação de Ração
para Peixes Onívoros Amazônicos

*Celso Scherer Filho
Géssica Aline Nogueira dos Santos
Cheila de Lima Bojjink
Jony Koji Dairiki*

**Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2021**

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29,
Estrada Manaus/Itacoatiara
69010-970 , Manaus, AM
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
Inocencio Junior de Oliveira

Secretária-Executiva
Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros
*José Olenilson Costa Pinheiro, Maria Augusta
Abtibol Brito de Sousa e Maria Perpétua Beleza
Pereira*

Supervisão editorial e revisão de texto
Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica
Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Gleise Maria Teles de Oliveira

Foto da capa
Celso Scherer Filho

1ª edição
Publicação digital – PDF (2021)

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

Obtenção e uso de levedura da indústria de álcool para formulação de ração
para peixes onívoros amazônicos / Celso Scherer Filho... [et al.]. – Manaus :
Embrapa Amazônia Ocidental, 2021.

22 p. : il. color. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia
Ocidental, ISSN 1517-2457; 39).

1. Peixe. 2. Ração. 3. Piscicultura. I. Scherer Filho, Celso. II. Santos, Géssi-
ca Aline Nogueira dos. III. Boijink, Cheila de Lima. IV. Dairiki, Jony Koji. V. Série.

CDD 639.3

Sumário

Resumo	7
Abstract	8
Introdução.....	8
Metodologia	10
Resultados e Discussão	18
Considerações Finais.....	20
Agradecimentos.....	20
Referências	20

Obtenção e Uso de Levedura da Indústria de Álcool para Formulação de Ração para Peixes Onívoros Amazônicos¹

Celso Scherer Filho²

Géssica Aline Nogueira dos Santos³

Cheila de Lima Boijink⁴

Jony Koji Dairiki⁵

Resumo – A produção de cana-de-açúcar, no estado do Amazonas, é relevante, proporcionando a geração de açúcar e álcool em polos produtivos, como os de Maués. No processo de geração desses produtos há significativa obtenção de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), um resíduo não aproveitado e descartado atualmente. Este trabalho objetivou descrever de forma minuciosa o processo de obtenção, processamento e inclusão da levedura seca da indústria de álcool em uma formulação de ração para peixes onívoros, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o matrinxã (*Brycon amazonicus*). Determinou-se o nível proteico (27%) e de minerais da levedura avaliada em comparação a outros ingredientes convencionais. Nessa análise se destacaram os níveis de cobre e ferro, que foram, respectivamente, 29% e 35% superiores ao encontrado no farelo de soja. De forma prática, a levedura pode ser inserida na formulação e na confecção de rações para peixes onívoros por ser facilmente processada e pela sua qualidade nutricional.

Termos para indexação: matrinxã, nutrição, *Saccharomyces cerevisiae*, tambaqui.

¹ Cadastro nº A8E019E (SisGen).

² Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, PPGCAN/Capes/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

³ Bolsista de Apoio Técnico, Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

⁴ Bióloga, doutora em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM

Obtaining and using Yeast from the Alcohol Industry to Formulate Feed for Omnivores Amazonian Fish

Abstract – Sugarcane production in the state of Amazonas is relevant and produces sugar and alcohol in production hubs, such as Maués. In obtaining these products, there is a significant production of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), an unused and currently discarded residue. To promote the sustainability of the processes, this work aimed to describe in detail the process of obtaining, processing and including dry yeast from the alcohol industry in a feed formulation for omnivorous fish, such as tambaqui (*Colossoma macropomum*) and matrinxã (*Brycon amazonicus*). The protein (27%) and mineral levels of the yeast evaluated in comparison with other conventional ingredients were determined. In this analysis, copper and iron levels stood out, which were 29% and 35% higher than those found in soybean meal, respectively. In a practical way, yeast can be included in the formulation and confection of feed for omnivorous fish because it is easily processed and for its nutritional quality.

Index terms: matrinxã, nutrition, *Saccharomyces cerevisiae*, tambaqui.

Introdução

Atualmente, a diminuição da dependência e emissão de poluentes oriundos da utilização de combustíveis fósseis é idealizada para minorar os efeitos negativos causados por essa prática. Uma das formas para se alcançar esse objetivo pode ser por intermédio do uso de biocombustíveis, entre eles o álcool, que é uma das alternativas para produção de energia sustentável com menor impacto ambiental.

Os Estados Unidos são o maior produtor mundial de etanol, com 15,80 bilhões de galões em 2017. Em seguida vem o Brasil, que produziu nesse mesmo ano 7,06 bilhões de galões. Juntos, os dois países produzem 85% do etanol mundial. A grande maioria do álcool dos EUA é produzida a partir do milho (*Zea mays*), enquanto o Brasil usa principalmente a cana-de-açúcar

(*Saccharum officinarum*) (Alternative Fuels Data Center, 2019). Na safra de 2021/2022, o Brasil produziu, até o momento, 19.333.610 m³ de etanol (União Nacional da Bioenergia, 2021). O sucesso da produção de etanol no País se deve às políticas estaduais brasileiras, que estabeleceram apoio na fase inicial da indústria e investiram em infraestrutura, pesquisa e desenvolvimento em longo prazo, permitindo o crescimento industrial (Hira; Oliveira, 2009).

Com o aumento do uso e da produção de biocombustíveis no mundo e no Brasil, as preocupações com a sustentabilidade do bioetanol de primeira geração, tais como os impactos no uso da terra, recursos hídricos, potencial contaminação dos solos com os resíduos da destilação, têm aumentado (Bertrand et al., 2016), e atualmente pesquisas são realizadas visando diminuir esses problemas associados às indústrias sucroalcooleiras.

Durante a produção de álcool, as leveduras são responsáveis por converter bioquimicamente glicose e sacarose em etanol. *Saccharomyces cerevisiae* é uma das mais utilizadas devido ao seu potencial de conversão (Shurson, 2018). Com uma produção elevada de etanol nacional há a geração dos resíduos desse processo industrial, dentre eles a levedura, que tem sido avaliada em estudos que visam incorporar essa matéria-prima em rações de peixes (Gaiotto, 2005; Medri et al., 2005; Gonçalves et al., 2010; Schwarz et al., 2016).

Pádua et al. (1997) determinaram a composição e a qualidade proteica da levedura seca de destilaria alcoólica (*S. cerevisiae*). Por meio da avaliação do escore químico (EQ) e do índice de aminoácidos essenciais (IAAE), concluíram que a levedura apresentou 32% de proteína e elevados índices de aminoácidos essenciais: lisina (EQ = 120), treonina (EQ = 110) e triptofano (EQ = 100), valores que credenciam o uso desse ingrediente na alimentação animal. Na nutrição de peixes, especialmente no estado do Amazonas, a levedura pode ser um potencial substituto do farelo de soja, uma vez que essa commodity é encarecida pelo frete e conseqüentemente onera o custo das rações para tambaqui (*C. macropomum*) e matrinxã (*B. amazonicus*).

Na piscicultura, os custos se concentram basicamente na alimentação dos peixes, pois cerca de 50% a 70% dos custos totais de produção são provenientes da nutrição dos animais (Dairiki; Silva, 2011). Na região Norte, esses custos aumentam, pois 100% de todas as matérias-primas utilizadas na fabricação de rações de animais criados na região são importadas de outros

estados, como o Mato Grosso (Cruz et al., 2016). Por esse motivo, diversos estudos têm sido realizados em busca de alternativas para substituição de insumos na nutrição animal com matéria-prima regional. Como exemplo, temos o uso de farinha de resíduo de tucumã, buriti, castanha-da-amazônia e castanha-de-macaco (Oishi, 2007; Rufino et al., 2017; Costa et al., 2018), além de testes com resíduos de frutos amazônicos (Anselmo, 2008). Entretanto, vale ressaltar que essas matérias-primas alternativas dificilmente irão compor rações para peixes em escala comercial, pois são produtos que sofrem diretamente com a falta de escala de produção ou obtenção, apresentam volumes pequenos, se comparadas às commodities milho e farelo de soja, e, por fim, sofrem com oscilações de preços e sazonalidade, entraves que podem inviabilizar a substituição. A levedura de cana-de-açúcar, ao contrário dos citados produtos, tem produção elevada e em escala comercial, não há problema de sazonalidade e tem padronização e qualidade, atributos estes que potencializam sua utilização na nutrição de peixes. Além disso, existem polos de produção no estado do Amazonas, como no município de Maués, nos quais há usinas para a fabricação de açúcar e álcool, e consequentemente levedura para abastecimento das fábricas de ração.

O objetivo geral do trabalho foi descrever de forma minuciosa o processo de obtenção da levedura proveniente de uma indústria de álcool regional e demonstrar o seu uso na formulação de ração para peixes onívoros amazônicos.

Metodologia

Local de coleta do ingrediente

O local de coleta foi em uma propriedade rural localizada no município de Maués, estado do Amazonas (S 3°22'33,2"; O 57°43'42,5"), onde está instalada uma empresa que tem como atividade a produção sucroalcooleira (Figura 1).



Foto: Celso Scherer & Cia. Ltda.

Figura 1. Vista aérea da usina sucroalcooleira em Maués.

Obtenção da levedura a partir da cana-de-açúcar

O procedimento padrão adotado pela empresa consiste na colheita da cana-de-açúcar com colheitadeira do tipo forrageira acoplada a trator. Nesse momento ocorrem a trituração e deposição da cana-de-açúcar triturada em uma carreta, como demonstrado nas Figuras 2A e 2B.



Fotos: Celso Scherer & Cia. Ltda.

Figura 2. (A) colheita mecânica de cana-de-açúcar; (B) deposição do material triturado na caçamba após a colheita.

Posteriormente esse material foi descarregado na indústria para extração da garapa, que é realizada por moenda movida a vapor proveniente de caldeira (Figuras 3A, 3B, 3C).

Fotos: Celso Scherer & Cia. Ltda.



Figura 3. (A) descarregamento da colheita na indústria; (B) extração da garapa por moenda a vapor; (C) garapa extraída.

A garapa extraída foi armazenada em dornas de 19.000 L, à qual, posteriormente, adicionou-se a levedura ativada para o início da fermentação (Figura 4A). Um pacote de 5 kg de levedura selecionada ativa para destilaria, *S. cerevisiae*, cepa CAT-1, da empresa LNF, foi despejado em um tanque com capacidade de 2.000 L com adição do caldo de cana, de forma controlada, até atingir o volume máximo. Esse processo, com duração de aproximadamente 2 dias, foi realizado para a ativação e a multiplicação da levedura.

Após 18 horas de fermentação, observou-se que não havia mais formação de espuma, indicando o término da fermentação, e todo o açúcar foi convertido em álcool (Figura 4B). Ao caldo de cana fermentado dá-se o nome de vinho e para o início da destilação é necessário um processo de

separação do excesso de levedura do vinho, para que ela não se acumule na coluna de destilação, e essa separação ocorre por meio de uma centrífuga (Figura 4C), que separa a levedura do vinho por diferença de densidade. O líquido mais pesado (que contém a levedura) sai pela parte de baixo da centrífuga; enquanto o vinho, que é mais leve, sai pela parte de cima do equipamento. Após a separação, o vinho é encaminhado para destilação, e a levedura, em forma de líquido espesso, volta para uma nova fermentação. Entretanto, conforme o aumento dos ciclos, a levedura se multiplica, sendo necessário o descarte do material excedente. Desse material descartado se origina a levedura de cana-de-açúcar para o uso nos experimentos de nutrição animal.



Figura 4. (A) mistura da garapa com a levedura; (B) término da fermentação; (C) centrífuga de separação.

Depois da aquisição da levedura em sua forma líquida, esse material foi armazenado em galões de 10 L, congelado em freezer a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ e transportado em refrigerador, por via fluvial, até o porto da capital amazonense. A partir desse ponto, o transporte foi realizado via terrestre, em caixas de isopor, até a Unidade da Embrapa Amazônia Ocidental, localizada na Rodovia AM-010, Km 29, Zona Rural, Manaus, Amazonas, Brasil.

Rendimento da levedura

Para verificar o rendimento da levedura seca realizou-se um teste em que 100 g de levedura foram secos em estufa de ventilação por ar forçado a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e, após peso constante, as amostras foram novamente pesadas. O rendimento foi calculado pela diferença do material antes e depois da secagem.

Fotos: Celso Scherer (2019).

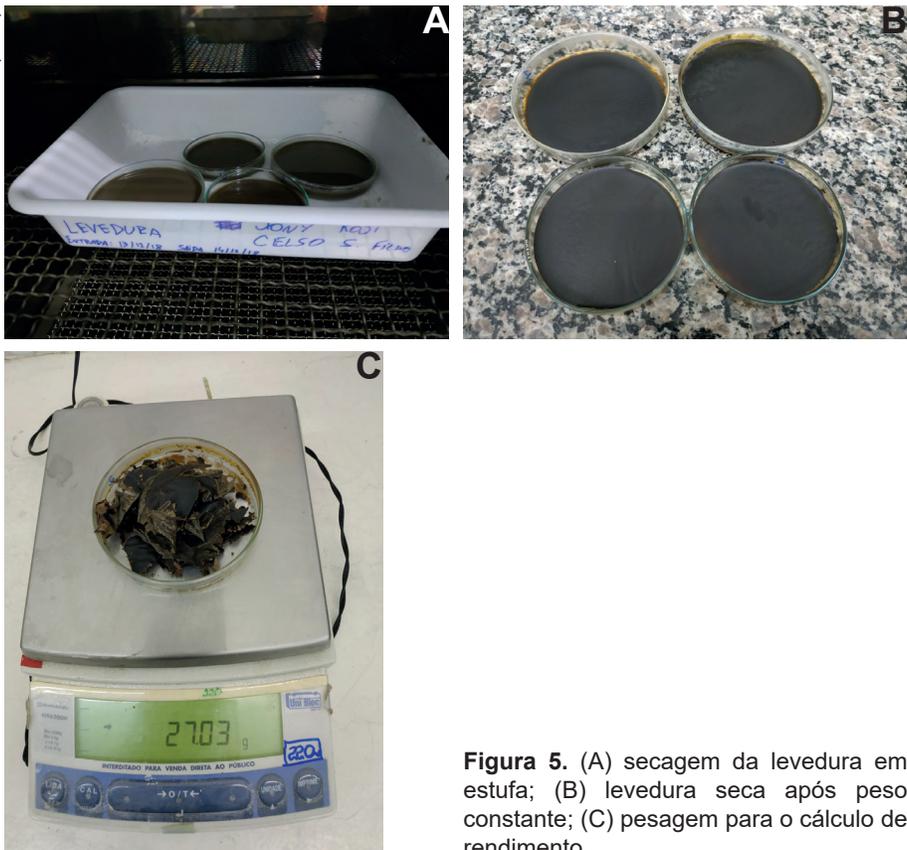
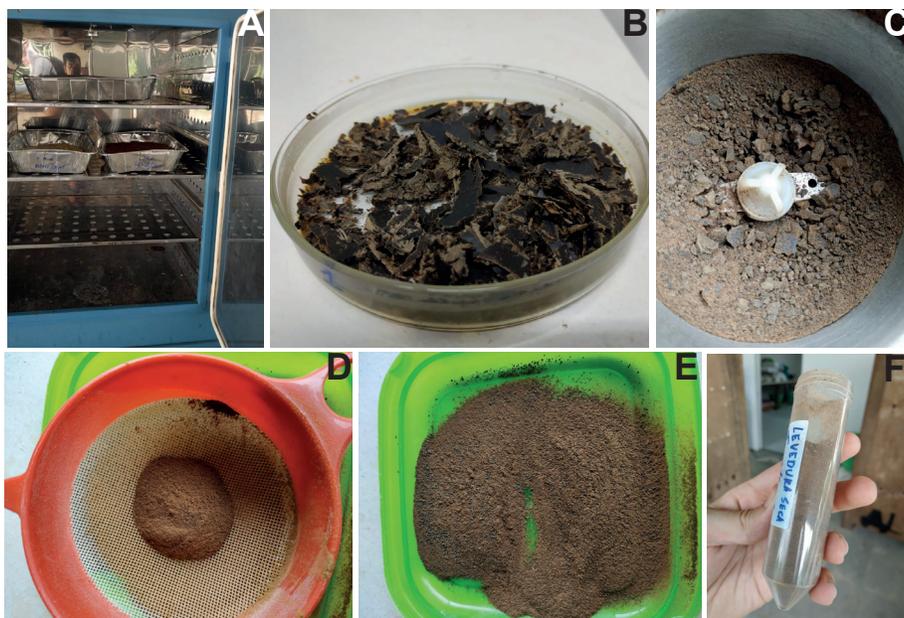


Figura 5. (A) secagem da levedura em estufa; (B) levedura seca após peso constante; (C) pesagem para o cálculo de rendimento.

Preparação da levedura para uso

Após o teste de rendimento, a levedura líquida para a confecção da ração experimental para peixes foi colocada em bandejas de alumínio e secas em estufa com circulação de ar forçado a 50 °C até o peso constante (Figura 6A). Após secagem a estufa foi desligada e o material, posto para esfriar até chegar à temperatura ambiente, depois foi quebrado manualmente em partes menores (Figura 6B), moído, peneirado (Figura 6C, 6D, 6E) e acondicionado em tubos de 50 mL para análise laboratorial (Figura 6F). O restante foi mantido em refrigeração até a formulação da ração experimental



Fotos: Celso Scherer (2019).

Figura 6. (A) secagem da levedura em estufa; (B) levedura seca e manualmente triturada; (C) moagem; (D) levedura sendo peneirada; (E) levedura pronta; (F) levedura acondicionada para análise em laboratório.

Análise bromatológica da levedura

Após a preparação da levedura seca foram separadas amostras para análise no Laboratório de Análise de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental. Neste, foram quantificados os níveis de nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês e zinco seguindo metodologias laboratoriais consolidadas e certificadas (Association of Official Analytical Chemists, 2000).

Para o cálculo da proteína total foi utilizado o método de KJELDAHL:

$$\text{Proteína} = (N \times a) / 10$$

$$N = \text{g} / \text{kg de nitrogênio}$$

$$a = \text{fator de conversão nitrogênio: proteína (a = 6,25)}$$

Para fins comparativos também foram feitas as mesmas análises para ingredientes comumente utilizados na formulação de ração ou intitulados convencionais: farelo de soja, farelo de trigo, farelo de milho e farinha de carne e ossos, que foram adquiridos em lojas de produtos agrícolas da região.

Formulação e inclusão da levedura na ração para peixes onívoros

No intuito de comprovar a possibilidade da inclusão da levedura em rações para peixes onívoros foi formulada, com auxílio de um programa computacional de formulação de rações, Supercrac 5.1 (TDSsoftware), uma ração experimental com a inclusão desse ingrediente em substituição parcial ao farelo de soja, commodity mais utilizada nas rações para tambaqui e matrinxã (Tabela 1).

Para a confecção dessa ração todos os ingredientes foram moídos (Figura 7A) e pesados nas quantidades pré-determinadas (Figura 7B). Na mistura dos ingredientes, primeiro adicionaram-se 50% da quantidade do farelo de soja, depois 50% do milho moído, foram homogeneizados e adicionados à pré-mistura de farelo de soja misturado com o premix mineral e vitamínico, fosfato bicálcico e sal comum. Na sequência, adicionou-se a farinha de carne e ossos, a levedura, o restante do farelo de soja e de milho e novamente a massa foi revolvida por 10 minutos (Figura 7C). Após a mistura dos ingredien-

tes foram adicionados 30% de água para obtenção da consistência ideal para o processo de peletização. Em seguida, esse material foi peletizado em “pellets” com tamanho de aproximadamente 3 mm de comprimento (Figura 7D). Após a confecção, a ração foi colocada em bandejas metálicas para secagem em estufa de ventilação por ar forçado a 50 °C por 12 horas (Figura 7E) e depois de pronta (Figura 7F) foi armazenada em sacos plásticos e acondicionada em freezer a 4 °C para posterior utilização em ensaio de aceitabilidade.

Tabela 1. Formulação da ração experimental com inclusão de levedura em substituição parcial ao farelo de soja.

Ingredientes	Inclusão de levedura	
	0%*	30%
Levedura	0	30
Farelo de soja	42	26,1
Milho	37,2	23,1
Farinha de sangue	10	10
Farinha de carne e ossos	10	10
Premix mineral / vitamínico	0,5	0,5
Fosfato bicálcico	0,2	0,2
Sal	0,1	0,1
Total	100	100
Valores calculados		
PB (%)	35	35
EB (kcal/kg)	4.076	4.123
Cálcio (%)	0,6	0,6
P disponível (%)	1,1	1,2
Fibra bruta (%)	3,6	2,4
Relação EB:PB (Kcal/g)	11,64	11,78

*Formulação básica para peixes onívoros (uso predominante do farelo de soja e milho).



Fotos: Celso Scherer (2019).

Figura 7. (A) moagem do milho; (B) ingredientes pesados para a confecção da ração; (C) homogeneização da ração; (D) peletização da ração; (E) ração seca em estufa; (F) ração pronta para utilização.

Resultados e Discussão

Após a secagem e o teste de rentabilidade verificou-se que a levedura possui cerca de 27,03% de rentabilidade de matéria seca pronta para ser incorporada na ração experimental. Estudos que buscam avaliar a utilização de resíduos de atividades econômicas já estabelecidas possuem rentabilidades variadas. Por exemplo, ao se utilizar o bagaço de cevada, constatou-se que, em relação ao peso bruto, houve um rendimento de 22% após o processamento (Gadelha et al., 2010). No presente estudo, o rendimento de matéria seca foi satisfatório, uma vez que todo o material é descartado e aproveitado para a fabricação de rações.

Tabela 2. Análise química dos ingredientes utilizados na formulação da ração experimental.

	Proteína	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
	%	g / kg						mg / kg			
Farinha de carne	49,82	79,72	75,82	4,52	37,19	1,96	1,35	3,62	277,08	4,32	57,55
Farelo de soja	37,95	60,73	11,85	21,37	1,54	2,81	2,35	6,13	157,05	29,30	49,44
Levedura seca	27,10	43,37	19,38	14,75	0,51	1,33	1,00	8,69	242,37	23,85	277,80
Farelo de trigo	12,90	20,64	24,88	11,14	0,46	3,91	0,98	4,71	90,93	131,72	74,33
Farelo de milho	6,19	9,91	5,08	3,61	0,05	0,94	0,36	1,19	19,74	3,60	18,66

O teor de proteína total da levedura seca, neste ensaio, foi de 27%, um valor aproximado ao encontrado por Radünz Neto et al. (2006), que foi de 30,6%. No entanto, esse valor pode ser superior, atingindo até 45% de proteína bruta (Piaia; Radünz Neto, 1997). Em comparação com a farinha de carne e o farelo de soja, 45% e 37% respectivamente, a levedura de cana-de-açúcar desidratada apresentou teor de proteína inferior.

A proteína utilizada em rações para animais é considerada o ingrediente mais oneroso para os criadores de animais na região Norte. Diversos estudos têm sido realizados visando meios de diminuir os custos de produção de ração para a região (Anselmo, 2008; Costa et al., 2018; Dairiki et al., 2018). Em relação aos teores de proteína e minerais encontrados na levedura (Tabela 2), destaca-se o cobre, que foi 29% maior que o encontrado no farelo de soja; assim como o teor de ferro, que foi 35% superior em comparação com esse mesmo ingrediente.

Além da qualidade nutricional, a levedura pode apresentar função probiótica (Miranda, 2012; Abass et al., 2018). Ademais, existem outros tipos de levedura que também são utilizados na indústria de bebidas, como nas cervejarias (Shurson, 2018). Na região existem várias empresas desse ramo, o que abre novas perspectivas de pesquisas e possivelmente de uso para esses resíduos. No entanto, para que as leveduras sejam, de fato, utilizadas na formulação de rações por produtores locais, deve-se otimizar a forma de beneficiamento (armazenamento após a

aquisição na forma líquida, secagem, moagem), pois a forma como esses procedimentos ocorrem pode alterar as qualidades físico-químicas e nutricionais da levedura, e, como as rações são produzidas em grandes quantidades, faz-se necessária a adaptação de maquinário de pequeno e grande porte para que a elaboração da ração com esse ingrediente seja economicamente sustentável.

Considerações Finais

A obtenção da levedura *S. cerevisiae*, provinda de uma destilaria local, torna-se uma alternativa promissora de matéria-prima para rações de peixes nativos no estado, uma vez que esse resíduo ainda não possuía uma forma de ser reaproveitado. A efetividade da obtenção, o processamento, a qualidade nutricional e a forma de inclusão nas rações para peixes onívoros possibilitam seu uso na alimentação de peixes.

Agradecimentos

À equipe de nutrição e saúde de peixes da Embrapa Amazônia Ocidental, pela ajuda na preparação da levedura para ser utilizada na formulação das rações experimentais.

Ao Laboratório de Análise de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental, pela valiosa ajuda nas análises do material utilizado para confecção das rações experimentais.

A Celso Scherer & Cia. Ltda., pela doação da levedura e pelas fotos do processo de obtenção.

Referências

ABASS, D. A.; OBIRIKORANG, K. A.; CAMPION, B. B.; EDZIYIE, R. E.; SKOV, P. V. Dietary supplementation of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) improves growth, stress tolerance, and disease resistance in juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture International**, v. 26, n. 3, p. 843-855, 2018.

ALTERNATIVE FUELS DATA CENTER - AFDC. **Renewable Fuels Association, Ethanol Industry**: safra 2019. [s.l., 2019].

ANSELMO, A. A. S. **Resíduos de frutos amazônicos como ingredientes alternativos em rações extrusadas para juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum***. 2008. 55 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC international**. Washington, DC, 2000. 115 p.

BERTRAND, E.; BERTRAND, E.; VANDENBERGHE, L. P. S.; SOCCOL, C. R.; SIGOILLOT, J. C.; FAULDS, C. First generation bioethanol. In: SOCCOL, C. R. (org.). **Green fuels technology**: biofuels. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 175-212.

COSTA, A. P. G. C.; CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F.; FEIJÓ, J. da C.; MELO, R. D. Viabilidade econômica da farinha do resíduo de tucumã na alimentação de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 4, p. 225-233, 2018.

CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F.; MELO, R. D.; FEIJÓ, J. da C.; DAMASCENO, J. L.; COSTA, A. P. G. C. Perfil socioeconômico da avicultura no setor primário do estado do Amazonas, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 371-391, abr./jun. 2016.

DAIRIKI, J. K.; ARAÚJO-DAIRIKI, T. B.; LITAIFF, I. M.; MAEDA, J. de L.; BOIJINK, C. de L.; ROCHA, T. L. P. da; CHAVES, F. C. M. **Nutrição de juvenis de tambaqui com sachá-inchi**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2018. 57 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 24).

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

GADELHA, R. G. F.; PRADO, J. P. S.; CAVALHEIRO, J. M. O. Farinha do bagaço de cevada em dietas para a engorda de camarões marinhos. **Ciência Rural**, v. 40, n. 1, 2010.

GAIOTTO, J. R. **Utilização de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*)**. 2005. 89 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga.

GONÇALVES, L. U.; CARVALHO, M.; VIEGAS, E. M. M. Utilização de levedura íntegra e seus derivados em dietas para juvenis de tilápia do Nilo. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1173-1179, maio 2010.

HIRA, A.; OLIVEIRA, L. G. No substitute for oil? How Brazil developed its ethanol industry. **Energy policy**, v. 37, n. 6, p. 2450-2456, 2009.

MEDRI, V.; WALDIR, M.; CAETANO FILHO, M. Desempenho de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com diferentes níveis de proteínas de levedura de destilaria em tanques-rede. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 221-227, 2005.

MIRANDA, L. T. V. **Levedura *Saccharomyces cerevisiae* em dietas para lambaris-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*)**. 2012. 48 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OISHI, C. A. **Resíduo da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*) como ingrediente em rações para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. 2007. 71 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

- PÁDUA, D. M. C.; URBINATI, E. C.; CARNEIRO, D. J.; PÁDUA, J. T.; SILVA, P. C. Determinação da composição em aminoácidos das proteínas da levedura de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) seca e da farinha de peixe como ingredientes para rações de peixes de água doce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 27, n. 2, p. 85-97, jul./dez. 1997.
- PIAIA, R.; RADÜNZ NETO, J. Avaliação de diferentes fontes protéicas sobre o desempenho inicial de larvas do jundiá *Rhamdia quelen*. **Ciência Rural**, v. 27, n. 2, p. 319-323, 1997.
- RADÜNZ NETO, J.; LAZZARI, R.; PEDRON, F. de A.; VEIVERBERG, C. A.; BERGAMIN, G. T.; CORRÊIA, V.; FILIPETTO, J. E. da S. Alimentação da piava (*Leporinus obtusidens*) com diferentes fontes protéicas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1611-1616, 2006.
- RUFINO, J. P. F.; CRUZ, F. G. G.; TANAKA, E. de S.; MELO, R. D.; FEIJÓ, J. da C. Análise econômica da inclusão de farinha do resíduo de buriti na alimentação de poedeiras comerciais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 732-738, 2017.
- SCHWARZ, K. K.; NASCIMENTO, J. C. do; GOMES, V. A. A.; SILVA, C. H. da; SALVADOR, J. G.; FERNANDES, M. R.; NUNES, R. M. Desempenho zootécnico de alevinos de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com levedura *Saccharomyces cerevisiae*. **Holos**, ano 32, v. 3, p. 104-113, 2016.
- SHURSON, G. C. Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. **Animal Feed Science and Technology**, v. 235, p. 60-76, 2018.
- UNIÃO NACIONAL DA BIOENERGIA – UDOP. **Produção brasileira de etanol**. Disponível em: https://www.udop.com.br/producao-brasileira-arquivos/15/13set21_analise_comparativa_desempenho_safras_2021a2022_e_2020a2021_dados_acumulados.pdf. Acesso em: 27 set. 2021.



Amazônia Ocidental