

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**UTILIZAÇÃO DE DDGS EM DIETAS EXTRUSADAS PARA JUVENIS DE  
TILÁPIA DO NILO (*var. GIFT*)**

**Anna Giulia Zanetti Donegá**

**Orientador: Prof. Dr. Dalton José Carneiro  
Coorientador: Thalys Vinicius Cruz**

**Jaboticabal - SP**

**1º semestre/2024**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**UTILIZAÇÃO DE DDGS EM DIETAS EXTRUSADAS PARA JUVENIS DE  
TILÁPIA DO NILO (GIFT)**

**Anna Giulia Zanetti Donegá**

**Orientador: Prof. Dr. Dalton José Carneiro  
Coorientador: Thalys Vinicius Cruz**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Zootecnia.

**Jaboticabal - SP  
1º semestre/2024**

D681u	<p>Donegá, Anna Giulia Zanetti</p> <p>Utilização de DDGS em dietas extrusadas para juvenis de tilápia do Nilo (var. GIFT) / Anna Giulia Zanetti Donegá. -- Jaboticabal, 2024</p> <p>38 p. : tabs.</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientador: Dalton José Carneiro</p> <p>Coorientador: Thalys Vinicius Cruz</p> <p>I. Destilação Indústria Subprodutos. 2. Nile tilapia. 3. Peixes Alimentação e rações. 4. Proteínas na nutrição animal. 5. Rações. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).



## **Dedicatória**

*Dedico este trabalho aos meus pais, Claudia e Sergio, que me apoiaram incondicionalmente ao longo dos anos de graduação. Obrigada por acreditarem no meu potencial.*

*Dedico também às minhas irmãs, Giovanna e Sophia, e à minha madrinha, Elaine. Obrigada pelo apoio constante e pela fé em mim.*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Dalton José Carneiro**, gostaria de expressar minha profunda gratidão por sua orientação, atenção e pela confiança depositada em mim para a realização deste trabalho.

Ao meu coorientador, **M.e. Thalys Vinicius Cruz**, por acreditar em mim, apoiar-me incondicionalmente e nunca desistir de mim. Sua ajuda ao longo desta trajetória foi indispensável e, sem seus esforços, este trabalho não teria sido possível.

Agradeço à banca examinadora, composta pela **Dra. Andressa Tellechea Rodrigues** e pela **Dra. Ligia Maria Neira**, pelas valiosas considerações e que foram de extrema importância.

Aos meus colegas de laboratório, **Ian** (Tambaqui), **Isabela** (Sister) e **Magdiel**, que tornaram os dias mais leves e divertidos, sempre dispostos a ajudar e a me motivar a seguir em frente

À minha família, por todo o apoio, incentivo e amor ao longo desta jornada.

Ao meu companheiro de vida, **Pedro**, agradeço pelo apoio incondicional ao longo dos nossos oito anos juntos e especialmente nos últimos cinco anos. Sua presença foi de extrema importância durante essa etapa da minha vida. Obrigada por suavizar os momentos tensos e me tranquilizar.

Agradeço também às meninas da República, **Leticia** (Cilada), **Thamiris** (Raspão), **Martha** (Shot), **Cintia** (10-mêis), **Talita** (Cuspé), **Beatriz** (Fuxico) e **Rafaela** (Cassino)

por todo o apoio durante a graduação. Obrigada pelos cafés da tarde e por estarem ao meu lado nos momentos mais desafiadores. Sem vocês, esta conquista não teria sido possível.

Às minhas queridas amigas de turma, **Camila** (D-zóio) e **Jennifer** (Fênix), que me acompanharam ao longo destes cinco anos de graduação, sempre nos apoiando mutuamente. Obrigada pelos momentos de alegria, pelos desafios superados juntos e por todas as experiências compartilhadas. Sem vocês, a faculdade não teria sido a mesma e eu nunca irei esquecer esses momentos.

Ao meu querido amigo **Giuliano**, que conheci durante essa minha trajetória, por seu apoio constante, incentivo e pelas inúmeras risadas ao longo destes anos.

## Índice

<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 2 - UTILIZAÇÃO DE DDGS EM DIETAS EXTRUSADAS PARA JUVENIS DE TILÁPIA (var. GIFT).....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>Caracterização da composição físico-química dos 11 ingredientes utilizados para a confecção das dietas extrusadas.....</b>	<b>16</b>
<b>Ensaio de desempenho zootécnico de juvenis de tilápia (var. GIFT) recebendo dietas com diferentes ingredientes proteicos compondo até 50% da proteína digestível. ....</b>	<b>19</b>
<b>Condições experimentais.....</b>	<b>19</b>
<b>Material biológico e manejo .....</b>	<b>19</b>
<b>Dietas experimentais .....</b>	<b>20</b>
<i>Tratamentos .....</i>	<i>20</i>
<b>Variáveis estudadas.....</b>	<b>23</b>
<i>Parâmetros de desempenho .....</i>	<i>23</i>
<i>Parâmetros fisiológicos .....</i>	<i>23</i>
<b>Análises estatísticas .....</b>	<b>24</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<i>Desempenho produtivo.....</i>	<i>27</i>
<i>Índice hepatossomático (HS) e gordura visceral (GV).....</i>	<i>29</i>
<i>Custo de arraçamento na produção de juvenis .....</i>	<i>30</i>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>33</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>34</b>
<b>Summary.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>

## **CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS**

De acordo com a Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR, 2024), houve um aumento de 3% na produção mundial de tilápias de 2022 para 2023, elevando-se de 6,65 para 6,7 milhões de toneladas. O Brasil ocupa atualmente a quarta posição no ranking mundial de produção de tilápias, com uma produção anual de 0,57 milhões de toneladas. Entretanto, essa produção ainda se encontra muito abaixo da liderança global, ocupada pela China, que produz aproximadamente 2,05 milhões de toneladas por ano. Em seguida, a Indonésia e o Egito também se destacam como importantes produtores na produção de tilápias, com 1,45 milhões e 1,10 milhões de toneladas anuais, respectivamente (Peixe BR, 2024). Portanto, apesar do potencial do Brasil para a produção de tilápias, a sua participação no mercado global ainda é relativamente baixa quando comparada a esses outros países, líderes na produção global.

No contexto nacional, a piscicultura brasileira registrou um crescimento de cerca de 3,1% entre 2022 e 2023, aumentando de 860.355 toneladas para 887.029 toneladas de peixes de cultivo por ano. A tilápia se destacou como a espécie mais cultivada no Brasil em 2023, representando 65,3% do total produzido de peixes, ou seja, 579.080 toneladas, conforme dados fornecidos pela Peixe BR (2024). Este cenário evidencia o potencial produtivo e a relevância da tilapicultura no mercado nacional e internacional.

Os elevados índices produtivos na tilapicultura resultam conseqüentemente, em um acréscimo do volume total de rações utilizado para a criação dessa espécie. A alimentação desempenha um papel fundamental na produção animal, representando cerca de 70% do custo total de produção. Na piscicultura não é diferente, e a ração é o principal custo de produção na criação de tilápias, podendo representar até 80% do custo total de produção (Souza e Leite, 2016). Diante desse cenário, há uma busca constante por estratégias que visam reduzir os custos associados à confecção de rações. Uma alternativa viável consiste na substituição de ingredientes convencionais por opções alternativas, com o intuito de otimizar a eficiência econômica e nutricional do processo produtivo, ou superar questões de sazonalidade e disponibilidade de matérias primas.

Uma das fontes proteicas mais amplamente utilizadas na confecção de rações para peixes é o farelo de soja, graças ao seu alto valor nutricional e acessibilidade. No entanto, o preço do farelo de soja é altamente volátil, devido à sua natureza especulativa no mercado. Essa flutuação diária está estreitamente relacionada às variações no preço da soja integral, pois o farelo é um subproduto do processamento da soja integral. Além

disso, o farelo de soja é um ingrediente principal em dietas de aves e suínos em criações de larga escala, como relatado por Sussel et al. (2015), gerando competição para sua utilização e dificultando sua aquisição com valores comercialmente interessantes. Em virtude disso, há uma busca por ingredientes que substituam total ou parcialmente o farelo de soja como fonte proteica nas rações, mas que ainda possibilitem a obtenção de bons resultados de desempenho produtivo dos peixes.

Outras fontes proteicas podem ser usadas nas formulações de rações para peixes, como a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e a farinha de carne e ossos. Atualmente a farinha de carne e ossos bovinas é utilizada como um substituto do farelo de soja em dietas para peixes, com objetivo de reduzir os custos na formulação de rações, devido ao seu menor preço e composição química (Abimorad et al., 2014). Segundo Furuya et al., (2010) esse ingrediente no mercado é padronizado com valores de proteína bruta (PB) que podem variar entre 42 a 46%, sendo próximos da PB do farelo de soja. Já a levedura é um resíduo derivado da fabricação do etanol, composto por células de levedura, obtidas a partir da fermentação anaeróbica do caldo de cana ou do melaço durante a produção de álcool (Lima et al., 2024, De Souza et al., 2012). É um alimento rico em proteínas, em sua composição a proteína bruta pode variar de 37,2 % a 43%, além de ter bons níveis de aminoácidos essenciais, como a lisina (3,5%) e treonina (3,5%) (De Souza et al., 2012, Rostagno et al., 2017, Ozório et al. 2003). Essa busca por novos ingredientes e subprodutos para a confecção de dietas possibilita avaliar também a utilização de subprodutos, em especial, um resultante da produção de biocombustíveis à base de grãos, os Grãos Secos de Destilaria com Solúveis (DDGS).

A disponibilidade dos DDGS no mercado tem se mostrado como uma janela para a utilização de subproduto como fonte proteica, uma vez que a demanda por biocombustíveis, como etanol e gás está crescendo, impulsionada pela busca por sustentabilidade e redução da dependência global do petróleo (Buenavista; Siliveru; Zheng, 2021; Souza et al., 2022). Especialmente a produção mundial de etanol está em ascensão, com países como os Estados Unidos planejando aumentar sua produção (Corrêa, 2006, apud Silva et al., 2016). Os DDGS são usualmente gerados durante a produção de etanol a partir do milho, através do processo de moagem seca, onde os resíduos são reaproveitados após as etapas de processamento (Alves et al., 2012; USGC, 2012, apud Silva et al., 2016). À medida que a demanda por biocombustíveis e a produção

de etanol continuam a crescer, o DDGS tende a se tornar cada vez mais disponível e acessível para a indústria de rações, fortalecendo a competitividade da tilapicultura nacional no mercado interno e externo.

Embora possa haver variações no processamento desse subproduto, conferindo qualidades distintas e alterando sua composição bromatológica. É onde entra a utilização do DDGS na alimentação animal, devido ao seu valor proteico (30,9% de PB) em especial, embora também apresente composição interessante quanto a fibras (7,2%) e teor energético (Corbin et al., 1985; Brito, 2008, apud Silva et al., 2016).

Portanto, a adoção do DDGS como ingrediente em rações para tilápias pode apresentar-se como uma alternativa viável e sustentável, capaz de contribuir para a redução dos custos de produção na piscicultura brasileira, sem comprometer o desempenho produtivo.

**CAPÍTULO 2 - UTILIZAÇÃO DE DDGS EM DIETAS EXTRUSADAS PARA  
JUVENIS DE TILÁPIA (*var. GIFT*)**

## INTRODUÇÃO

A piscicultura é um setor em expansão global, com notável crescimento no Brasil. Sua produção aquícola apresentou um aumento significativo na produção total de peixes, passando de 758.006 para 887.029 toneladas anuais de 2019 a 2023 (Peixe BR, 2024). A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) destaca-se como uma das principais espécies produzidas no Brasil, totalizando 579.080 toneladas no ano de 2023 (Peixe BR, 2024).

Um dos principais desafios enfrentados na piscicultura pode ser a alimentação dos peixes, sendo que, o arraçoamento pode representar até 80% dos custos totais de produção (Ayroza et al., 2005). Com o aumento da atividade aquícola intensiva no Brasil, infere-se que a demanda por rações também aumentará. A produção de rações para peixes relatou um aumento expressivo entre os anos de 2007 e 2016, passando de 168 mil toneladas para 722 mil toneladas, respectivamente (Zani, 2015, 2016, 2017, apud Godoy, 2019), acompanhando o próprio avanço da produção aquícola.

Os ingredientes de origem animal são reconhecidos por sua alta palatabilidade, conteúdo de proteínas de elevado valor biológico e por apresentarem um perfil ótimo de aminoácidos e ácidos graxos essenciais (Souza et al., 2022). No entanto, é importante notar que esses ingredientes exibem uma composição química variável e um custo de produção significativamente elevado (Marasca et al., 2019). Um dos ingredientes de origem animal que pode ser usado na formulação é a farinha e carne e ossos, ela acaba sendo uma alternativa ao farelo de soja devido ao seu preço mais baixo e à sua composição química (Abimorad et al., 2014). De acordo com as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2017), a composição média de proteína bruta (PB) nos cinco tipos de farinha de carne e ossos varia entre 38%, 43%, 48%, 52% e 60%, com alguns valores próximos aos do farelo de soja.

Por outro lado, os ingredientes de origem vegetal são caracterizados por um custo de produção mais baixo e uma menor variabilidade quanto a sua composição físico-química em comparação com os ingredientes de origem animal, contudo, é relevante mencionar que esses ingredientes podem conter fatores antinutricionais e um perfil de aminoácidos menos favorável (Casagrande; Klinger; Poletto, 2021).

O farelo de soja é amplamente utilizado como um dos principais componentes proteicos na formulação de rações comerciais para peixes onívoros (Guimarães et al., 2008). Sua aplicação é viável devido à sua disponibilidade e elevada concentração de

proteínas, o que o torna um substituto eficaz para as farinhas de origem animal. Essa substituição é respaldada pelo seu alto valor proteico e valor biológico (Marasca et al., 2019). É importante salientar que a dependência do mercado externo para suprir a demanda interna pode resultar em flutuações nos preços do farelo de soja (Godoy, 2019), o que pode impactar diretamente os custos de produção e, conseqüentemente, o mercado nacional de rações para peixes.

Diante da crescente demanda por rações, a busca por ingredientes alternativos na em dietas para a piscicultura tem se intensificado. Para otimizar custos sem comprometer a qualidade, a formulação de rações busca cada vez mais a substituição de alimentos convencionais por ingredientes alternativos de origem animal e vegetal. Um subproduto com eventual potencial para utilização como substituto do farelo de soja em rações é conhecido como DDGS (Dried Distillers Grains with Solubles).

O DDGS é um subproduto resultante do processo fermentativo de grãos na produção de combustíveis, como para o trigo, o milho e a cevada (Souza et al., 2022). Esse subproduto mostra-se com ampla disponibilidade devido à crescente produção de combustíveis não dependentes do petróleo, buscando também promover maior sustentabilidade (Buenavista; Siliveru; Zheng, 2021; Souza et al., 2022). O potencial de utilização do DDGS na formulação de rações se relaciona a sua composição química, apresentando altos valores de proteína, de fibra e de energia (Corbin et al., 1985; Brito, 2008, apud Silva et al., 2016). Foram reportados valores proteicos variando de 24,9 à 36,6% (Böttger; Südekum, 2017a, 2017b; Kim et al., 2008), além de valores de lipídeos variando de 5,39 à 14,5 % e valores de energia bruta variando de 2629 à 3202 kcal.kg<sup>-1</sup> (Böttger; Südekum, 2017a, 2017b). O valor nutricional e energético final desse subproduto aparenta ser determinado pelo processamento ao qual é submetido e também a matéria prima de origem.

Os DDGS têm se destacado como uma opção economicamente viável para substituir ingredientes energéticos e proteicos (Spneski Sperotto et al., 2018). Ainda assim, na forma farelada os DDGS são livres de fatores antinutricionais (Medeiros et al., 2015, apud Souza et al., 2022).

Nas formulações de dieta para a produção de tilápias, começou-se a usar o DDG como fonte proteica, substituindo o farelo de soja e, segundo Souza et al., 2022, devido à sua qualidade como fonte de proteínas, os DDGS podem ser integrados nas dietas das

tilápias sem prejudicar o desempenho produtivo, a eficiência alimentar ou o ganho de peso.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Estudar os efeitos da substituição total ou parcial de farelo de soja por outras fontes proteicas (*High Protein* DDGS de milho- FS Essencial®, DDGS convencional de milho (DDGS PD), farinha de carne e ossos ou levedura de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas práticas extrusadas para juvenis de tilápia (*var.* GIFT), visando melhores desempenho zootécnico e viabilidade econômica.

### **Objetivos específicos**

Caracterizar nutricionalmente os teores de proteína bruta (PB) e de energia bruta (EB) das diferentes fontes proteicas (FS Essencial®, DDGS PD, farinha de carne e ossos ou levedura de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) para a utilização em dietas práticas.

Avaliar o desempenho dos peixes alimentados com dietas práticas extrusadas formuladas para atendimento do crescimento inicial de tilápias (*var.* GIFT).

Avaliar a possibilidade de substituição parcial ou total (comparação qualitativa) do farelo de soja por FS Essencial®, DDGS PD e farinha de carne e ossos (disponibilidade e preço no mercado), considerando a alta concentração de levedura do FS Essencial® (23%) nas variáveis estudadas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP).

### **Caracterização da composição físico-química dos 11 ingredientes utilizados para a confecção das dietas extrusadas**

Inicialmente as amostras dos 11 ingredientes utilizados para a confecção das dietas experimentais foram previamente analisadas quanto à energia bruta em bomba calorimétrica (Parr 1281 Calorimeter) e proteína bruta (método de Kjeldahl (AOAC, 2016)) (Tabela 1). O produto FS essencial® é caracterizado por apresentar elevado teor proteico, conferindo a nomenclatura de *High Protein* DDGS (HP DDGS), apresentando

valores de proteína bruta consideravelmente superiores aos presentes DDGS convencionais.

**Tabela 1** - Composição de proteína e energia bruta dos ingredientes utilizados na confecção de dietas práticas para juvenis de tilápia do Nilo.

<b>Ingredientes</b>	<b>PB (%)</b>	<b>EB (Kcal/Kg)</b>
Farinha de vísceras de aves <sup>1</sup>	58,69	4744
Farinha de carne e ossos <sup>1</sup>	45,00	3576
Hemoglobina bovina <sup>1</sup>	92,60	5433
Farelo de soja <sup>2</sup>	44,69	4210
Glúten de milho 60 <sup>2</sup>	62,37	5105
DDG Convencional <sup>1</sup>	32,53	4379
FS Essencial <sup>3</sup>	40,20	5068
Levedura <sup>4</sup>	34,00	4255
Milho <sup>2</sup>	8,36	3826
Farelo de trigo <sup>2</sup>	4,85	4032
Quirera de arroz <sup>5</sup>	7,39	3808

**PB**, proteína bruta; **EB**, energia bruta.

<sup>1</sup> – Raguife Industria e Comércio de Rações LTDA, Santa Fé do Sul – SP; <sup>2</sup> – Multitec Produtos Agropecuários LTDA, Jaboticabal – SP; <sup>3</sup> – FS Agrisolutions Indústria de Biocombustíveis Ltda, Lucas do Rio Verde - MT; <sup>4</sup> – Coplana Cooperativa Agroindustrial, Jaboticabal – SP; <sup>5</sup> – Arroz Marcon, Jaboticabal – SP

A composição de aminoácidos dos subprodutos da produção de etanol a partir do milho, os grãos secos de destilaria com solúveis com alto teor proteico (HP DDGS) FS Essencial® e o DDGS convencional foram avaliados no Laboratório CBO (Tabela 2), conforme laudo técnico fornecido pela própria empresa parceira na execução experimental.

**Tabela 2** - Caracterização nutricional do FS Essencial® e do DDGS convencional.

<b>Itens Nutricionais (%)<sup>1</sup></b>	<b>FS Essencial®</b>	<b>DDG Convencional</b>
Matéria Seca	90,61	88,95
Proteína Bruta	40,2	32,53
Extrato Etéreo	12,56	5,71
Fibra Bruta	7,16	8,31
Matéria Mineral	2,23	4,83
Extrato Não Nitrogenado*	28,46	37,57
Energia Bruta (Kcal/Kg)	5068	4379
Cálcio	0,01	0,01
Fósforo	0,46	0,63
Arginina	1,85	1,55
Histidina	1,04	0,89
Isoleucina	1,6	1,08
Leucina	4,92	3,35
Lisina	1,4	1,18
Metionina	0,77	0,49
Fenilalanina	2,25	1,53
Treonina	1,74	1,28
Triptofano	0,35	0,47
Valina	2,17	1,5
A. Aspártico	2,92	2,15
A. Glutâmico	7,38	5,43
Alanina	3,01	2,11
Cistina	0,73	0,56
Glicina	1,66	1,35
Serina	2,05	1,5
Prolina	3,82	3,03
Tirosina	1,78	1,21
Soma dos AAs	41,44	30,63

Análises realizadas por Laboratório CBO, Valinhos-SP; \*Extrato não Nitrogenado = MS-(PB+EE+FB+MM); <sup>1</sup> - Composição como porcentagem na MS original

**Ensaio de desempenho zootécnico de juvenis de tilápia (*var. GIFT*)  
recebendo dietas com diferentes ingredientes proteicos compondo até 50% da  
proteína digestível.**

**Condições experimentais.**

O ensaio de desempenho foi realizado durante 94 dias no período de dezembro de 2023 a março de 2024, em 36 tanques experimentais de fibra de vidro de 430 L, do viveiro Experimental (constituído de esquadrias metálicas, cobertura com telhas de alumínio e laterais de fibra de vidro semitransparente), dotados de abastecimento e aeração contínuos com água diatermal ( $29 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ ) proveniente de poço artesiano.

As análises químicas da água foram monitoradas semanalmente, com a utilização de um oxímetro modelo YSI 550A. A temperatura média da água dos tanques no decorrer do período experimental variou de 28,9 a 30,2 °C, sendo a média geral de  $29,5 \pm 0,6$  °C. O teor de oxigênio dissolvido variou de 4,33 mg/L<sup>-1</sup> a 5,40 mg/L<sup>-1</sup>, sendo a média geral de  $4,86 \pm 0,5$  mg/L<sup>-1</sup>. O valor médio para pH foi de  $7,74 \pm 0,3$ .

**Material biológico e manejo**

Foram utilizados 720 juvenis de tilápia (*var. GIFT*) adquiridos da empresa QUALITÁ que pesaram aproximadamente  $56,57 \pm 1,31\text{g}$  ao final de um período de adaptação de 15 dias.

Os peixes foram alimentados três vezes ao dia (às 8:30h, 13:30h e 18:30h) até saciedade aparente. O consumo de cada parcela foi monitorado semanalmente e também os dados usados no cálculo das variáveis Conversão Alimentar (CA) e Taxa de Eficiência Proteica (TEP). Todos os tratamentos foram submetidos a um jejum de 24 horas anteriormente a cada biometria e coleta.

Os juvenis foram distribuídos seguindo delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, correspondendo as seis dietas experimentais (sendo uma testemunha e cinco substituições) e seis réplicas, totalizando 36 parcelas (20 peixes/unidade experimental).

## **Dietas experimentais**

### *Tratamentos*

Os seis tratamentos experimentais constituíram-se das seis dietas extrusadas descritas a seguir:

- **Testemunha** – Dieta formulada em semelhança às dietas comerciais, utilizando farelo de soja como principal fonte de PB das dietas (aproximadamente 50%);
- **F.Soja+Levedura** – Dieta formulada semelhante a testemunha, porém, contendo 7,17% de levedura de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) seca por *spray dryer*, considerando comparação com a concentração de levedura do FS Essencial® (23,9%), com uso aproximado de 30% na formulação, buscando avaliar o efeito da levedura presente no FS Essencial®;
- **FS Essencial** – (com FS Essencial®): Formulação semelhante a testemunha, porém, substituindo aquela concentração de proteína do farelo de soja, por outra semelhante de FS Essencial®, usada agora como principal fonte de PB na dieta;
- **F.Soja+FS Essencial** – (contendo ½ FS Essencial® + ½ Farelo de soja): Formulação semelhante a testemunha, porém, utilizando FS Essencial® e Farelo de soja em proporções semelhantes de PB, usadas como principais fontes de origem vegetal na fração proteica da dieta;
- **F.Soja+Carne e Ossos** – (contendo ½ Farinha de carne e ossos + ½ Farelo de Soja): Formulação semelhante a testemunha, porém utilizando Farinha de carne e ossos e Farelo de soja em proporções iguais como principais fontes de PB;
- **DDGS PD** – (com DDGS convencional): Formulação semelhante a FS Essencial®, exceto pelo uso agora do DDGS padrão.

As seis dietas experimentais isoproteicas (26,81% de PD) e isocalóricas (3036 kcal/kg de ED) foram formuladas (Tabela 3) para atendimento das exigências nutricionais de tilápia (Furuya, 2010) com ingredientes usuais em dietas comerciais, exceto pelas principais fontes proteicas em estudo (FS Essencial®, DDGS convencional e Farinha de carne e ossos) no estudo como substituto de farelo de soja nas formulações.

As dietas experimentais foram finamente moídas em moinho centrífugo simples (Modelo MCS 280, Moinhos Viera, Tatuí, Brasil) utilizando malha 3 mm, extrusadas em

extrusora Extec, modelo Ex Micro. Após o processamento, as dietas foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 55 °C.

As análises de nutrientes e energia de todos os ingredientes e dietas foram realizadas no Laboratório de Análises do CAUNESP (LANCAU).

**Tabela 3** – Composição nutricional das dietas para tilápia do Nilo (*var.* GIFT) utilizando diferentes substitutos do farelo de soja.

Ingredientes (%)	Diets experimentais					
	Testemunha	F.Soja + Levedura	F.Soja + FS Essencial	F.Soja + Carne e Ossos	FS Essencia 1	DDGS PD
Farinha de vísceras de aves	7,90	8,70	6,02	4,00	9,00	12,54
Farinha de carne e ossos	4,55	4,50	3,40	<b>18,35</b>	4,90	-
Hemoglobina bovina	4,00	2,50	6,00	6,00	6,00	6,00
Farelo de soja	<b>36,70</b>	<b>31,67</b>	<b>18,34</b>	<b>18,34</b>	-	-
Glúten de milho 60	-	1,50	-	5,55	0,50	9,00
DDGS Convencional	-	-	-	-	-	<b>27,00</b>
FS Essencial®	-	-	<b>21,40</b>	-	<b>33,52</b>	-
Levedura	-	<b>7,17</b>	-	-	-	-
Milho	35,90	26,00	28,00	39,50	26,50	31,38
Farelo de trigo	8,00	10,00	10,00	-	12,00	-
Quirera de arroz	-	4,00	4,30	4,24	6,00	8,00
Óleo de soja	1,62	1,50	0,50	1,87	-	3,02
Antioxidante (BHT)	0,20	0,50	0,20	0,20	0,20	0,20
Calcário calcítico	-	-	0,49	-	0,04	0,63
Fosfato bicálcico	0,15	-	0,27	-	-	0,93
DL-Metionina	0,42	0,38	0,38	0,42	0,32	0,29
L-Lisina	0,07	-	0,20	0,20	0,41	0,51
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Caulim	-	1,08	-	0,83	0,11	-
<b>Composição calculada<sup>2</sup></b>						
Matéria seca (%)	91,05	91,96	91,04	90,74	90,47	90,03
Proteína bruta (%)	31,96	31,90	32,56	31,43	32,70	31,95
Proteína digestível (%)	26,83	26,83	26,81	26,83	26,82	26,83
Energia bruta (kcal/kg <sup>-1</sup> )	4172,55	4060,00	4267,09	4108,29	4364,69	4393,3
Energia digestível (kcal/kg <sup>-1</sup> )	3088,58	3062,76	3036,00	3036,00	3036,00	2942,2
Fibra bruta (%)	4,30	4,01	4,85	2,82	5,09	3,70
Extrato etéreo (%)	6,50	7,05	7,37	6,50	7,52	8,00
Matéria mineral (%)	6,38	6,51	5,13	8,41	5,19	4,55

<sup>1</sup> – Composição por kg do produto: Ferro 4.500 mg, cobre 750 mg, manganês 4.500 mg, zinco 9.000 mg, iodo 150 mg, cobalto 15 mg, selênio 45 mg, Vit A 1.800.000 UI, Vit D3 360.000 UI, Vit E 7.500 mg, Vit K3 750 mg, Vit B1 1.500 mg, Vit B2 3.000 mg, ácido nicotínico 15g, ácido pantotênico 7.500 mg, Vit B6 1.550 mg, ácido fólico 600 mg, biotina 36 mg, Vit B12 6.000 mcg, Vit C 36 g, colina 50g; <sup>2</sup> – Com base nas análises de nutrientes e energia dos ingredientes. Os resultados e estudos comparativos dos coeficientes de digestibilidade de nutrientes e energia dos ingredientes FS Essencial e DDG PD, executados em estudo paralelo em parceria, foram considerados para a formulação das dietas experimentais.

## Variáveis estudadas

### *Parâmetros de desempenho*

Para o início do experimento foi realizada biometria inicial dos peixes, com pesagem individual por réplica e para o monitoramento do crescimento foram realizadas biometrias por biomassa aos 30 e 60 dias. Todos os peixes foram pesados ao final do 94º dia do período experimental. O consumo das dietas foi mensurado e o desempenho produtivo dos animais foi analisado de acordo com as seguintes equações:

$$\text{Ganho de peso}(g) = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

$$\text{Taxa de crescimento específico} \left( \frac{\%}{\text{dia}} \right) = \frac{\text{Ln peso final} - \text{Ln peso inicial}}{\text{consumo de proteína na parcela}} \times 100$$

$$\text{Taxa de eficiência proteica} = \frac{\text{ganho em peso da parcela}}{\text{consumo de proteína na parcela}} \times 100$$

$$\text{Sobrevivência} (\%) = \frac{n^{\circ} \text{ inicial de peixes} - n^{\circ} \text{ final de peixes}}{n^{\circ} \text{ inicial de peixes}} \times 100$$

$$\text{Conversão alimentar aparente} = \frac{\text{consumo de dieta na parcela}}{\text{ganho em peso total da parcela}}$$

### *Parâmetros fisiológicos*

Foram coletados três peixes por réplica experimental para o cálculo do índice hepatossomático e do índice gorduro-viscerossomático. Após abertura da cavidade celomática, o fígado e a gordura contida nas vísceras foram coletados para a determinação dos seguintes cálculos:

$$\text{Índice hepatossomático (IHS\%)} = \frac{P \text{ fígado}}{Pt \text{ peixe}} \times 100$$

$$\text{Índice - viscerossomático (IGVS\%)} = \frac{P \text{ gv}}{Pt \text{ peixe}}$$

Onde: P fígado: peso do fígado; Pgv: peso de gordura visceral; Pt: peso total do peixe.

### Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise pelo software R versão 4.3.3, 2024, através de análise de variância (ANOVA). Todas as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Duncan, à 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de peso médio inicial e biomassa média inicial (Tabela 4) foram estatisticamente iguais ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos. Ambos os parâmetros atenderam as pressuposições para normalidade e homogeneidade dos dados, conforme testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente.

**Tabela 4** – Valores de peso médio inicial (g) e biomassa média inicial (g) de juvenis de tilápia do Nilo (GIFT).

Tratamentos	Peso médio inicial (g)	Biomassa média inicial (g)
<b>Testemunha</b>	56,46±1,50	1129,10±29,94
<b>F.Soja + FS Essencial</b>	57,20±0,99	1143,98±19,80
<b>F.Soja + Levedura</b>	56,62±1,14	1132,39±22,90
<b>F.Soja + Carne e Ossos</b>	56,64±1,04	1132,73±20,75
<b>FS Essencial</b>	55,81±1,53	1116,23±30,60
<b>DDGS PD</b>	56,72±1,70	1134,38±33,93
<i>P-VALUE</i>	0,6460 <sup>NS</sup>	0,6466 <sup>NS</sup>
<i>CV (%)</i>	2,32	2,32

<sup>NS</sup>, não significativo ao nível de 5% pelo teste ANOVA;

Embora a ANOVA não tenha detectado diferenças significativas (Tabela 5) nos parâmetros de desempenho zootécnico ( $P>0,05$ ) ao final do período experimental, o teste de Duncan revelou diferenças significativas ( $P<0,05$ ) entre pares de grupos, ao nível de 5% de confiança. Isso ocorre porque a ANOVA avalia a hipótese de igualdade geral entre as médias dos grupos, enquanto o teste de Duncan é mais sensível para detectar diferenças específicas entre pares de grupos. Dessa forma, mesmo sem um efeito global detectado pela ANOVA, o teste de Duncan pode identificar variações importantes entre grupos individuais (Tabela 5).

**Tabela 5** – Valores de P e médias dos parâmetros de desempenho de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas contendo diferentes fontes proteicas.

Tratamentos	Ganho de peso médio (g)	Consumo médio por peixe (g)	Conversão alimentar	TCE (%)	TEP (%)	Sobrevivência (%)
Testemunha	235,80±25,90 AB	312,76±25,36	1,33±0,07 AB	1,75±0,09 AB	2,35±0,13 ABC	99,17
F.Soja+FS Essencial	230,64±13,53 AB	304,69±11,95	1,32±0,04 AB	1,72±0,06 AB	2,32±0,06 BC	99,17
F.Soja+Levedura	218,88±26,47 B	299,51±39,33	1,37±0,09 B	1,68±0,10 B	2,29±0,15 C	99,17
F.Soja+Carne e Ossos	238,24±15,55 AB	303,88±12,11	1,28±0,05 A	1,75±0,06 AB	2,49±0,10 A	97,50
FS Essencial	253,39±31,52 A	316,23±36,62	1,25±0,05 A	1,82±0,12 A	2,45±0,11 AB	99,17
DDGS PD	251,33±23,70 A	321,29±25,87	1,31±0,05 AB	1,80±0,08 A	2,40±0,06 ABC	95,00
<i>P-VALUE</i>	0,1572 <sup>NS</sup>	0,7297 <sup>NS</sup>	0,0337*	0,1141 <sup>NS</sup>	0,0279*	0,7671 <sup>NS</sup>
<i>CV</i>	10,47	8,55	5,30	5,35	5,22	3,48

**TCE**, taxa de crescimento específico; **TEP**, taxa de eficiência proteica. Sobrevivência foi transformada em arcoseno

\*, ( $P < 0,05$ ); <sup>NS</sup>, não significativo ao nível de 5% pelo teste ANOVA;

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Duncan à 5% de confiança.

### *Desempenho produtivo*

Dessa forma, as dietas FS essencial e DDGS PD destacaram-se como de maiores médias para o ganho de peso médio, ganho de peso médio diário e taxa de crescimento específico (TCE) (Tabela 5), sendo superiores aos valores observados para a dieta F. Soja+Levedura, que apresentou menores médias para essas variáveis. Fouda et al., (2018) também relataram efeito positivo no ganho em peso médio para alevinos de tilápia do Nilo (peso médio inicial, 10g), com a inclusão de 20% ou de 40% de DDGS na dieta. Suehs e Gatlin (2022), também conseguiram incluir um DDGS de alto valor proteico (HP-DDGS, produto similar ao FS essencial), em dietas sem observar efeito negativo ( $P>0,05$ ) até 37,5% de HP-DDGS em dietas experimentais sobre o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo com peso médio inicial de 10,4g. Li et al. (2011), também obtiveram sucesso na inclusão de 30% de DDGS (com ou sem suplementação de lisina) em dieta para juvenis de tilápia do Nilo (peso médio inicial de 3,92g) sem que fosse afetado o desempenho zootécnico, mas que a inclusão de 40% de DDGS resultou no menor ganho de peso em comparação com aqueles alimentados com a dieta controle, sem qualquer adição de DDGS. Mas relataram que a suplementação de lisina nessa dieta com 40% de DDGS aumentou o ganho de peso dos peixes, para níveis semelhantes aos da dieta controle.

Resultados associados à utilização de DDGS em dietas para outras espécies de peixes foram relatados por outros autores. Lim et al., 2009 obtiveram resultados de desempenho satisfatório para o parâmetro de ganho de peso em juvenis de Bagre-do-canal (*Ictalurus punctatus*) com inclusões entre 20% e 30% de DDGS na dieta, enquanto uma inclusão mais elevada de 40%, resultou no menor ganho em peso, que foi associado pelos autores a ausência de suplementação de aminoácidos essenciais, como lisina. Zimba (2016) não obteve diferenças significativas em ganho de peso médio de juvenis de lambaris-de-rabo-amarelo com inclusão em até 30%. Entretanto, o valor médio mais baixo para esse parâmetro foi observado para a inclusão mais elevada, de 30%.

Os resultados do presente estudo, juntamente com as informações dos demais autores consultados, sugerem que a inclusão de níveis mais elevados de DDGS de até 30 ou 40% nas dietas, poderia não afetar negativamente o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo, desde que fosse realizada a suplementação adequada de lisina.

As melhores médias para a conversão alimentar foram observadas para as dietas FS Essencial e F. Soja+Carne e Ossos, diferindo estatisticamente ( $P < 0,05$ ) apenas da dieta F. Soja+Levedura, que deteve o pior valor médio para esse parâmetro (Tabela 5). Esses resultados corroboram os achados de Fouda et al. (2018), que também verificaram uma melhora na conversão alimentar (2,0) em dietas para tilápia do Nilo (de 10g) para a inclusão de 20% de DDGS. Zimba (2016), também encontrou esse melhor resultado de conversão alimentar (1,29), para inclusão de dietas de 20% de DDGS para lambaris-de-rabo-amarelo, enquanto a inclusão de 30% resultou em piora na conversão alimentar (1,40). Webster et al. (2016) também relataram que o alto nível de inclusão de DDGS (45%) em substituição ao farelo de soja das dietas resultou em uma conversão alimentar pior (1,38), comparada com a dieta com farelo de soja (1,10). De certa forma, assim como o ganho em peso, a conversão alimentar melhora com um nível de inclusão de DDGS na dieta, mas sempre indicando que inclusões mais elevadas (de até 45%) podem piorar a conversão alimentar.

As dietas F. Soja+Carne e Ossos, FS Essencial, DDGS PD e Testemunha apresentaram médias estatisticamente iguais ( $P > 0,05$ ) para a taxa de eficiência proteica (TEP) (Tabela 5). As dietas FS Essencial e F. Soja+Carne e Ossos apresentaram valores médios muito próximos para esse parâmetro, sendo ambos superiores ( $P < 0,05$ ) aos obtidos para as dietas F. Soja+FS Essencial e F. Soja+Levedura. Esses resultados condizem com os dados obtidos por Fouda et al. (2018), relataram ausência de efeito sobre a TEP com os níveis de DDGS nas dietas (0%, 20% ou 40%). Mas outro estudo, Lim et al. (2007) observaram que uma dieta contendo alto nível de DDGS (40%) sem suplementação de lisina resultou em uma taxa de eficiência proteica significativamente menor em juvenis de tilápia do Nilo, em comparação com dietas contendo níveis mais baixos de DDGS (10% e 20%). O estudo de Zimba (2016) também obteve uma piora nos resultados de TEP com o aumento da inclusão de 30% de DDGS na dieta de alevinos de lambari-de-rabo amarelo (1,96). A média de TEP foi de 2,17 com 20% de inclusão de DDGS. Júnior (2016), relatou menores valores de TEP para juvenis de tilápia do Nilo (aprox. 28g) com inclusão de 20% e 30% de DDGS na dieta, sendo significativamente menores quando comparados às dietas sem adição do DDGS. A maior parte dos resultados da literatura sugerem que, a adição de DDGS em dietas para peixes pode resultar em diminuição na taxa de eficiência proteica, especialmente quando os níveis de inclusão são

mais elevados (acima de 30%). O cuidado com a suplementação de lisina nas dietas do presente estudo fez com que esse efeito fosse observado. Na verdade, promovendo inclusive valores médios de TEP sempre mais elevados do que os da literatura consultada.

Não foram observados efeitos ( $P>0,05$ ) das dietas para os resultados de consumo por peixe (Tabela 5). Isso está de acordo com Zimba (2016) e Júnior (2016), que também não encontraram diferenças significativas em relação a esses parâmetros mediante a inclusão de DDGS nas dietas para juvenis de lambari do rabo amarelo e juvenis de tilápia do Nilo, respectivamente.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos tratamentos sobre taxa de sobrevivência dos juvenis de tilápia (Tabela 5), resultado também relatado por outros autores ao estudarem o efeito da inclusão de DDGS em dietas para peixes (Júnior, 2016; Lim; Yildirim-Aksoy; Klesius, 2009; Suehs; Gatlin, 2022).

#### *Índice hepatossomático (HS) e gordura visceral (GV)*

Houve efeito ( $P<0,05$ ) das dietas para o índice de GV (Tabela 6) dos juvenis de tilápia do Nilo recebendo dietas com diferentes fontes proteicas. A dieta F.Soja+Levedura apresentou a menor média para o teor de GV apenas quando comparada às dietas F.Soja+FS Essencial e F.Soja+Carne e Ossos. É válido destacar que os peixes do tratamento F.Soja+Levedura detiveram a menor média para ganho de peso médio (Tabela 5), possibilitando inferir que esses dois resultados estariam correlacionados. Dessa forma, o menor acúmulo de gordura poderia ser relacionado aos peixes não terem expressado potencial máximo de crescimento nesse tratamento. Ainda, as dietas FS Essencial e Testemunha apresentaram médias desses índices muito próximas entre si, diferentemente do observado com os demais grupos. Ao contrário de Botelho, (2015), que não relatou diferença significativa entre o teor de gordura visceral em juvenis de tilápia do Nilo recebendo dietas com diferentes inclusões de DDGS (10%, 30%, 50%, 70%).

Não houve efeito dos tratamentos ( $P>0,05$ ) para o índice HS. O que condiz com o relato por Suehs and Gatlin (2022), que também não obtiveram diferenças significativas nos tratamentos recebendo dietas contendo HP-DDGS (inclusão em até 37,5%) sobre o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo (aprox. 10,4g). Entretanto, os resultados de Júnior (2016), demonstraram uma redução linear para o índice HS à medida que se

aumentava a inclusão de DDGS (10%, 20%, 30% e 40%) em juvenis de tilápia do Nilo (aprox. 28g).

**Tabela 6** – Índice hepatossomático (%) e concentração de gordura visceral (%) em juvenis de tilápia do Nilo (*var.* GIFT) alimentadas com dietas contendo diferentes fontes proteicas.

<b>Tratamentos</b>	<b>GV (%)</b>	<b>HS (%)</b>
<b>Testemunha</b>	2,05±0,66 AB	1,80±0,22
<b>F.Soja + Levedura</b>	1,77±0,53 B	1,73±0,27
<b>F.Soja + FS Essencial</b>	2,38±0,47 A	1,82±0,24
<b>F.Soja + Carne e Ossos</b>	2,37±0,61 A	1,94±0,33
<b>FS Essencial</b>	2,07±0,74 AB	1,88±0,43
<b>DDGS PD</b>	2,55±0,73 A	2,00±0,40
<i>P-VALUE</i>	0,02083*	NS
<i>CV</i>	30,38	17,57

\*, ( $P < 0,05$ ); <sup>NS</sup>, não significativo ao nível de 5% pelo teste ANOVA;

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Duncan à 5% de confiança.

#### *Custo de arraaçamento na produção de juvenis*

Os valores de preço dos ingredientes utilizados para a confecção das dietas experimentais (Tabela 7) tem como base os valores obtidos de cotações com referência ao mês de junho de 2024.

**Tabela 7** - Preço dos ingredientes utilizados para a confecção das dietas experimentais, com referência a junho de 2024.

<b>Ingredientes</b>	<b>Preço/Kg (R\$)</b>
Farinha de vísceras de aves (58,69% PB)	5,20
Farinha de carne e ossos (45% PB)	2,30
Hemoglobina bovina (92,60% PB)	4,50
Farelo de soja (44,69% PB)	3,80
Glúten de Milho 60 (62,37% PB)	2,84
DDGS PD (32,53% PB)	1,30
HP DDGS - FS ESSENCIAL (40,20% PB)	1,80
Levedura (34% PB)	4,50
Milho (8,36% PB)	1,04
Farelo de trigo (14,85% PB)	1,42
Quirera de arroz (7,39% PB)	2,70
Óleo de soja	5,00
Antioxidante (BHT)	23,00
Calcário calcítico	1,00
Fosfato bicálcico	3,90
DL-Metionina	28,00
L-Lisina	19,00
Caulim	9,70
Pré-mistura vitamínica e mineral para peixes	40,00

A Tabela 8 apresenta os custos com ingredientes na confecção das dietas experimentais com as diferentes fontes proteicas. O levantamento de preços com ingredientes das dietas F.Soja+Carne e Ossos, e de FS Essencial detiveram os menores custos com ingredientes, enquanto que a dieta F.Soja+Levedura apresentou o valor mais elevado para sua formulação, ressaltando ainda que esta última dieta deteve os piores

resultados de desempenho zootécnico. O cálculo do custo de arraçamento/kg (Tabela 9) foi realizado com base nos resultados obtidos para a média de conversão alimentar para cada tratamento (Tabela 5), multiplicada pelo custo/kg das dietas, obtido por meio do preço/kg do ingrediente (Tabela 8) e sua inclusão (Tabela 3). A dieta FS Essencial deteve o menor valor para o custo de arraçamento, resultado atrelado ao seu menor custo com ingredientes e melhor conversão alimentar. De outra forma, a dieta F.Soja + Levedura apresentou o maior custo de arraçamento, devido ao seu elevado custo com ingredientes e pior conversão alimentar. Em geral, esses resultados podem favorecer a compreensão de que o custo com alimentação depende, muitas vezes, dos resultados de desempenho, mas sejam assegurados bons índices econômicos. Além de auxiliar na avaliação do custo-benefício na formulação de dietas, em função da disponibilidade de matérias primas no mercado. Neste estudo, indica ser possível utilizar o FS essencial em substituição total ou parcial de ingredientes proteicos convencionais na confecção de dietas práticas para juvenis de tilápia (*var.* GIFT), como farelo de soja e levedura.

**Tabela 8** – Custos de arraçamento das dietas práticas extrusadas utilizando diferentes fontes proteicas para juvenis de tilápia (*var.* GIFT).

<b>Dietas</b>	<b>Preço/Ton (R\$)</b>	<b>Preço/Kg (R\$)</b>	<b>CA</b>	<b>Custo de arraçamento (R\$)</b>
<b>Testemunha</b>	3038,41	3,04	1,33	4,04
<b>F.Soja+Levedura</b>	3358,67	3,36	1,37	4,60
<b>F.Soja+FS Essencial</b>	2809,87	2,81	1,32	3,71
<b>F.Soja+Carne e Ossos</b>	2732,70	2,73	1,28	3,50
<b>FS Essencial</b>	2493,13	2,49	1,25	3,12
<b>DDGS PD</b>	2823,70	2,82	1,31	3,70

CA, conversão alimentar

## CONCLUSÕES

Os resultados mostram que substituir completamente o farelo de soja pelo FS Essencial (33,53%) nas dietas dos juvenis de tilápia do Nilo (*var.* GIFT) resultou nas maiores médias para o ganho de peso, CA, TCE e TEP, mas não diferiu significativamente do DDGS convencional (27%) ou da testemunha.

A substituição parcial ou total do farelo de soja por FS Essencial, DDGS convencional, farinha de carne e ossos ou levedura não afetaram a taxa de sobrevivência de juvenis de tilápia do Nilo (*var.* GIFT).

A substituição total do farelo de soja pelo FS Essencial (33,53%) em dietas comerciais extrusadas para juvenis de tilápia do Nilo apresentou o menor custo de arraçamento.

## Resumo

Esse projeto avaliou a possibilidade de substituição parcial ou total do farelo de soja por um subproduto da produção etanol de milho, o FS Essencial ou DDGS convencional (DDGS PD), levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e por farinha de carne e ossos, mensurando os efeitos sobre os resultados de desempenho e principalmente, de custos de produção e sobrevivência de juvenis de tilápia do Nilo (*var.* GIFT). O ensaio de desempenho foi realizado durante 94 dias e foram distribuídos 720 juvenis de tilápias do Nilo com peso médio inicial de  $56,57 \pm 1,31$ g, em 36 tanques experimentais de fibra de vidro de 430 L, dotados de aeração e de abastecimento contínuo com água diatermal ( $29,5 \pm 0,6^\circ\text{C}$ ) proveniente de poço artesiano. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis tratamentos, correspondendo a seis dietas experimentais extrusadas isoproteicas (26,81% de PD) e isocalóricas (3036 kcal/kg-1 de ED), com seis réplicas, totalizando 36 parcelas (20 peixes/unidade experimental). Foram avaliados os parâmetros de desempenho zootécnico de ganho em peso, consumo, conversão alimentar, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica, sobrevivência, e ainda parâmetros fisiológicos, como os índices hepatossomático e de gordura visceral. Os resultados foram submetidos às análises de variância (ANOVA) pelo software R 4.3.3 e as médias foram comparadas aos testes de Duncan, à 5% de probabilidade. A dieta contendo FS Essencial destacou-se, com as maiores médias para ganho em peso médio (253,39g), taxa de crescimento específico (1,82%) e conversão alimentar (1,25). As dietas denominadas F.Soja+Carne e Ossos, FS Essencial, DDGS PD e Testemunha apresentaram médias apenas numericamente maiores para a taxa de eficiência proteica (2,49, 2,45, 2,40 e 2,35%, respectivamente), e também não diferiram estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ). A dieta F.Soja+Levedura apresentou a menor média para o teor de gordura visceral (1,77%), principalmente porque foi o tratamento com menor ganho de peso médio (218,88g). Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos sobre o peso médio final, consumo médio por peixe, índice hepatossomático e sobrevivência. A dieta "FS Essencial", além de melhores resultados para ganho em peso médio, conversão alimentar, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica, apresentou ainda menor custo de arraaçamento que a produção com a dieta "F.Soja+Levedura".

**Palavras-chaves:** desempenho de peixes, *Distiller's dried grains with solubles* (DDGS), ingredientes alternativos, ingredientes proteicos, peixes.

## Summary

This study evaluated the possibility of partially or completely replacing soybean meal with a byproduct of corn ethanol production, FS Essential or conventional DDGS (DDGS PD), yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and meat and bone meal, measuring the effects on performance outcomes and primarily on production costs and survival of juvenile Nile tilapia (*GIFT var*). The performance trial was conducted over 94 days, with 720 juvenile tilapia, with an initial average weight of  $56.57 \pm 1.31$ g, distributed in 36 fiberglass experimental tanks of 430 L, equipped with aeration and continuous supply of diathermal water ( $29.5 \pm 0.6^\circ\text{C}$ ) from an artesian well. A completely randomized design was used with six treatments corresponding to six extruded isoproteic (26.81% CP) and isocaloric (3036 kcal/kg-1 DE) experimental diets, with six replicates, totaling 36 plots (20 fish/experimental unit). Performance parameters such as, weight gain, feed intake, feed conversion ratio, specific growth rate, protein efficiency ratio, survival, and physiological parameters like hepatosomatic and visceral fat indexes were evaluated. The results were subjected to analysis of variance (ANOVA) using R 4.3.3 software, and means were compared using Duncan's test at a 5% probability level. The diet containing FS Essential stood out with the highest means for average weight gain (253.39g), specific growth rate (1.82%), and feed conversion ratio (1.25). The diets named Soybean+Meat and Bone, FS Essential, DDGS PD, and Control showed only numerically higher means for protein efficiency ratio (2.49, 2.45, 2.40, and 2.35%, respectively), and did not differ statistically from each other ( $P > 0.05$ ). The Soybean+Yeast diet had the lowest mean for visceral fat content (1.77%), mainly because it was the treatment with the lowest average weight gain (218.88g). There was no effect ( $P > 0.05$ ) of treatments on final average weight, average feed intake per fish, hepatosomatic index, and survival. The "FS Essential" diet, in addition to better results for average weight gain, feed conversion ratio, specific growth rate, and protein efficiency ratio, also had lower feeding costs compared to production with the "Soybean+Yeast" diet.

Keywords: alternative ingredients, Distiller's dried grains with solubles (DDGS), fish, fish performance, protein ingredients.

## REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E. G.; CASTELLANI, D.; GONÇALVES, G. S.; ROMERA, D. M.; Fabiana Garcia; NASCIMENTO, T. M. T. do. **Substituição parcial do farelo de soja pela farinha de carne e ossos em dietas para juvenis de tilápia-do-nylo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Volume 49, Number 11, 2014, pp. 836-843(8).

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis** (2016) (20<sup>th</sup> ed.). Rockville, United States: AOAC International, 2016.

AYROZA, L.M.S. FURLANETO, F. de P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; SUSSEL, F. R. Piscicultura no Médio Paranapanema: situação e perspectivas. **Pesquisa e Tecnologia. Apta Regional**, v. 2, n.2, 2005.

BOTELHO, R. de M. **Grãos Secos De Destilaria Com Solúveis Em Dietas Para Tilápia Do Nilo**. 2015. 84. Tese (Doutorado) - Faculdade De Medicina Veterinária E Zootecnia Câmpus De Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu, 2015.

BÖTTGER, C.; SÜDEKUM, K. H. Within plant variation of distillers dried grains with solubles (DDGS) produced from multiple raw materials in varying proportions: Chemical composition and in vitro evaluation of feeding value for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 229, p. 79–90, 1 jul. 2017b.

BÖTTGER, C.; SÜDEKUM, K.-H. European distillers dried grains with solubles (DDGS): Chemical composition and in vitro evaluation of feeding value for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 224, p. 66–77, fev. 2017a.

BUENAVISTA, R. M. E.; SILIVERU, K.; ZHENG, Y. Utilization of Distiller’s dried grains with solubles: A review. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 5, p. 100195, set. 2021.

CASAGRANDE, C.; KLINGER, A. C. K.; POLETTO, R. Eficiência produtiva de subprodutos e ingredientes alternativos utilizados na alimentação de coelhos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 12015–12029, 2021.

FOUDA, D.; KHATTAB, H.; AMER, M.; EL-KHOLY, K. Use of corn distillers dried grains with solubles (ddgs) and foots in nile tilapia fingerlings diets. **Arab Universities Journal of Agricultural Sciences**, v. 26, n. 2, p. 529–538, 1 set. 2018.

FURUYA, W. M. (Ed.). **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo, Brasil: GFM, 2010.

GODOY, B., R., de. **Oportunidades e desafios para indústria de rações para piscicultura**. 2019. 72. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Tupã, 2019.

GUIMARÃES, I. G.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; TACHIBANA, L. Nutrient Digestibility of Cereal Grain Products and By-products in Extruded Diets for Nile Tilapia. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 39, n. 6, p. 781–789, 1 dez. 2008.

JÚNIOR, M. C. Z. **Avaliação do DDGS (Dried Distillers Grains with Solubles) na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2016. 39. Dissertação

(Mestrado em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2016.

KIM, Y.; MOSIER, N. S.; HENDRICKSON, R.; EZEJI, T.; BLASCHEK, H.; DIEN, B.; COTTA, M.; DALE, B.; LADISCH, M. R. Composition of corn dry-grind ethanol by-products: DDGS, wet cake, and thin stillage. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 12, p. 5165–5176, ago. 2008.

LI, E.; LIM, C.; CAI, C.; KLESIUS, P. H. Growth response and resistance to *Streptococcus iniae* of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fed diets containing different levels of wheat distiller's dried grains with solubles with or without lysine supplementation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 170, n. 3–4, p. 246–255, dez. 2011.

LIMA, M. R. de; LUDKE, M. do C. M. M.; SANTOS, E. L.; OLIVEIRA, C. J. P. de. Levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para tilápia do Nilo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 23, n. 1, p. 130–137, 2024.

LIM, C.; GARCIA, J. C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; KLESIUS, P. H.; SHOEMAKER, C. A.; EVANS, E. J. J. Resposta de crescimento e resistência a *Streptococcus iniae* de Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, dietas alimentadas contendo Grãos Secos de Distiller com Solúveis. **Diário da sociedade mundial de aquicultura**, v. 38, n. 2, p. 231–237, 2007.

LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; KLESIUS, P. H. Growth response and resistance to *Edwardsiella ictaluri* of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, fed diets containing distiller's dried grains with solubles. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 40, n. 2, p. 182–193, 2009.

MARASCA, S.; JOVANOVICH, M. R. C.; DURIGON, E. G.; UCZAY, J.; GONZATTO, J. B.; LAZZARI, R. Substituição da farinha de carne e ossos por farelo de soja em dietas para *Cyprinus carpio*. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, 2019.

OZORIO, R. O. A. e IFTODA, R. M. CYRINO, José Eurico Possebon. **Efeito de diferentes níveis dietéticos de levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre o desempenho e a composição corporal da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) revertida sexualmente**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2003.

PEIXE BR, 2024. Anuário 2024. Peixe BR da Piscicultura. **Associação Brasileira de Piscicultura**. p. 63, 2024.

ROSTAGNO, R., S.; ALBINO, L., F., T.; HANNAS, M., I.; DONZELE, J., L.; SAKOMURA, N., K.; PERAZZO, F., G.; SARIAIVA, A.; TEIXEIRA, M., L.; RODRIGUES, P., B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S., L., T.; BRITO, C., O. 2017. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 488p.

SILVA, J. R. da; PERES NETTO, D.; SCUSSEL, V. M. Grãos secos de destilaria com solúveis, aplicação em alimentos e segurança – uma revisão. **Pubvet**, v. 10, n. 03, p. 257–270, 14 fev. 2016.

DE SOUZA, A. M.; DE SOUZA, N. O.; DE SOUZA, E. M.; BELÉM, C. dos S. EFEITO DA ADIÇÃO DE LEVEDURA SPRAY DRIED DESIDRATADA NA

ALIMENTAÇÃO DE TAMBACUI (*Colossoma macropomum*). *Varia Scientia Agrárias*, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 147–158, 2012.

SOUZA, A. S.; COSTA, A. C.; SILVA, I. E. da; REZENDE, I. R. de; SILVA, N. F. da; MEDEIROS, R. M. dos S. de; FERNANDES, M. P.; LIMA, L. do C.; SOUSA, H. B. de; HORN, L. D. Grãos secos de destilaria com solúveis na alimentação de tilápias. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e322111234483, 16 set. 2022.

SOUZA, G. M. De; LEITE, M. A. Custo de produção de piscicultura da espécie tilápia no sistema intensivo de tanque rede. **Qualia: a ciência em movimento**, v. 2, n. 2, p. 141–167, 2016.

SPNESKI SPEROTTO, F. C.; BRANDÃO, F. J. B.; LEITE, A. de L.; PADILHA, P. de M.; BIAGGIONI, M. A. M. Caracterização química e proteômica dos grãos secos de destilaria com solúveis (ddgs) de milho. **Energia na agricultura**, v. 33, n. 1, p. 87, 30 maio 2018.

SUEHS, B. A.; GATLIN, D. M. Evaluation of a Commercial High-Protein Distiller's Dried Grain with Solubles (HP-DDGS) Product in the Diet of Juvenile Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v. 2022, n. 1, p. 1–11, 31 jan. 2022.

SUSSEL, F. R.; SALES, F. A.; GONÇALVES, G. S.; TACHIBANA, L.; DIAS, L. T. S. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão para tilápias do Nilo cultivadas em tanques-rede na fase de terminação. **Cultivando o Saber**, v. 8, p. 27–39, 2015.

WEBSTER, C. D.; RAWLES, S. D.; KOCH, J. F.; THOMPSON, K. R.; KOBAYASHI, Y.; GANNAM, A. L.; TWIBELL, R. G.; HYDE, N. M. Bio-Ag reutilization of distiller's dried grains with solubles (DDGS) as a substrate for black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, along with poultry by-product meal and soybean meal, as total replacement of fish meal in diets for Nile tilapia, *Oreochr.* **Aquaculture Nutrition**, v. 22, n. 5, p. 976–988, 16 out. 2016.

ZIMBA, R. D. **Desempenho produtivo e reprodutivo de Lambaris-de-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de grãos secos de destilaria com solúveis (DDGS)**. 2016. 87. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.