

Batata-doce em dietas para juvenis de tilápia em substituição parcial ao farelo de milho: uma análise econômica e de variáveis zootécnicas*

Sweet potato in diets for tilapia juveniles in partial replacement to corn bran: An economic analysis and zootechnical variables

Denise Costa dos Santos,** Adyel Kenned Souza Freitas,*** Antônio Hosmylton Carvalho Ferreira,****
Robert Said de Brito Ramos,*** Gabriel Sousa Brito de Oliveira,*** Ana Karine Freitas Veras,***
Jéssica Rodrigues Sousa,*** Sérgio Assunção da Conceição***

Resumo

Objetivou-se avaliar o desempenho e a viabilidade econômica da substituição parcial do farelo de milho pela farinha de batata-doce, para averiguar se é viável ou não a inclusão nas rações para tilápia. O experimento teve duração de 30 dias entre os meses de maio e junho de 2021 em delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições. Entre os 4 tratamentos propostos, 3 eram compostos por diferentes níveis de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce nas rações experimentais (0,0%; 5,0% e 10,0%) e um composto pela ração comercial (tratamento controle). Ao todo foram utilizados 300 peixes com peso inicial aproximado de $9,10 \pm 1,48$ g, sendo a unidade experimental representada por 15 peixes em um aquário de 100 litros. Foi constatado que o farelo de milho pode ser substituído pela farinha de batata-doce até o nível mais alto avaliado, que foi de 10% de substituição na ração experimental para tilápia, pois superou a ração comercial, apresentando menor custo e sem afetar o desempenho dos animais.

Palavras-chave: alimentos alternativos, ingredientes alternativos, *Ipomoea batatas* L., *Oreochromis niloticus*.

Abstract

The objective was to evaluate the performance and economic viability of partial replacement of corn bran by sweet potato flour, in order to determine whether or not its inclusion in tilapia diets is feasible. The experiment lasted 30 days between May and June 2021 in a completely randomized experimental design with 4 treatments and 5 replications. Among the 4 proposed treatments, 3 consisted of different levels of replacement of corn bran by sweet potato flour in the experimental diets (0.0%; 5.0% and 10.0%) and one consisted of the commercial diet (control treatment). A total of 300 fish with an approximate initial weight of 9.10 ± 1.48 g were used, with the experimental unit represented by 15 fish in a 100-liter aquarium. It was found that corn bran can be replaced by sweet potato flour up to the highest level evaluated, which was 10% replacement in the experimental feed for tilapia, as it surpassed the commercial feed, with lower cost and without affecting performance of the animals.

Keywords: alternative foods, alternative ingredients, *Ipomoea batatas* L., *Oreochromis niloticus*.

Introdução

A piscicultura possui grande potencial no Brasil, devido às condições edafoclimáticas favoráveis e a quantidade de água potável. Segundo Garcia et al. (2013), o país possui recursos hídricos para a atividade aquícola, clima favorável, mão de obra relativamente não onerosa e apresenta uma ascensão do mercado para o produto.

De acordo com a Associação Brasileira de Piscicultura, a tilápia (*Oreochromis niloticus* L.) em 2021 representou 63,5%

da piscicultura nacional, com produção no país de 534.005 toneladas, sendo a quarta maior produção mundial, ficando atrás apenas da China, Indonésia e Egito. No âmbito nacional, o estado do Paraná é o maior produtor, com 182.000 toneladas, seguido pelo estado de São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul (PEIXE BR, 2022).

O Nordeste é a terceira maior região produtora do Brasil em tilápia, correspondendo a 18% do total da produção no país, com produção de 95.300 toneladas no ano de 2021. Com relação ao Piauí, o estado se encontra na 14ª posição no

*Recebido em 14 de janeiro de 2022 e aceito em 19 de janeiro de 2023.

**Discente da Universidade Estadual do Piauí; Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira; Laboratório Experimental de Aquacultura (LEaQUA); Parnaíba; PI; Brasil. Autor para correspondência: denisecostaphb@gmail.com.

***Discente da Universidade Estadual do Piauí; Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira; Laboratório Experimental de Aquacultura (LEaQUA); Parnaíba; PI; Brasil.

****Docente da Universidade Estadual do Piauí; Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira; Laboratório Experimental de Aquacultura (LEaQUA); Parnaíba; PI; Brasil.

ranking de produção de peixes de cultivo, com produção de 22.100 toneladas no ano de 2021, sendo que deste total, 9.600 toneladas corresponderam a produção de tilápia (PEIXE BR, 2022).

A criação de tilápia apresenta grande preferência pelos piscicultores comerciais como relatado por Roriz et al. (2017), por apresentar características desejáveis para a produção. Dentre os fatores que tornam essa espécie interessante para a criação em cativeiro estão: a baixa incidência de doenças (SCHULTER e VIEIRA FILHO, 2017), boa aceitação de rações comerciais e rápido crescimento (FURUYA et al., 2008).

Adicionalmente, a tilápia (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie amplamente distribuída no Brasil e no mundo e apresenta bom desempenho nas diferentes regiões do Brasil, tendo potencial para atender à crescente demanda da população por peixes (BALDISSERA et al., 2020).

O rápido crescimento da produção industrial de pescado, ou seja, produção em larga escala, tanto para o consumo *in natura*, como para o processamento através da produção de filés e outros produtos, impulsiona pesquisas visando a redução dos custos de produção e do impacto ambiental (WEILER et al., 2019). Os ingredientes que mais oneram a produção são representados pelo farelo de milho, farelo de soja e principalmente pela farinha de peixe.

Uma das opções para a diminuição dos custos é a utilização de ingredientes alternativos nas formulações das rações (CARVALHO et al., 2012). Stockhausen et al. (2022), visando o barateamento da dieta para tilápia, avaliaram a substituição total da farinha de peixe por farelo de soja e observaram que a substituição não compromete o desempenho de crescimento dos peixes. Xavier et al. (2019), avaliando a substituição do farelo de milho por farinha de torta de tucumã em dietas para tambaqui, observaram que é viável a utilização até o percentual de 25% de substituição, proporcionando dietas com boa qualidade nutritiva e viabilidade econômica para essa espécie.

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) se caracteriza por sua rusticidade, fácil cultivo, adaptação a diferentes tipos de clima e solo, tolerância à seca e baixo custo de produção (ANDRADE JÚNIOR et al., 2012). Além disso, é cultivada praticamente em todo Brasil, sendo uma excelente fonte de energia, devido ao alto teor de carboidratos e açúcar (MASSAROTO et al., 2013). Adicionalmente, conforme Woolfe (1992), na batata-doce em 30 g de matéria seca, há 26,1 g de carboidratos totais, 0,3 g de lipídios e 1,5 g de proteína que correspondem a 111 kcal. Essas características são bastante interessantes quando se pensa na inclusão deste alimento na ração para tilápias, visto que apresenta teores consideráveis de fonte de energia. Desta forma, torna-se possível realizar a substituição parcial do milho que é uma das principais fontes de energia na dieta convencional para tilápia.

Devido aos fatores mencionados acima, há poucos estudos em piscicultura utilizando a batata-doce como ingrediente alternativo para a formulação de ração. Isso faz com que a avaliação desse alimento seja de grande importância. Diante das justificativas, objetivou-se avaliar o desempenho e a viabilidade econômica da substituição parcial do farelo de milho pela farinha de batata-doce, para averiguar a viabilidade da inclusão desse alimento nas rações para juvenis de tilápia, cultivados em 20 tanques, sob sistema de recirculação contínua de água.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório Experimental de Aquicultura (LEAQUA), Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira, na cidade de Parnaíba. O estudo foi desenvolvido no período de 21 de maio de 2021 a 18 de junho de 2021. A pesquisa foi submetida com aprovação do Comitê de Ética do Uso de Animais (CEUA/UESPI), com o protocolo de número 0491/2020. A pesquisa aprovada teve enfoque na avaliação da viabilidade econômica e no desempenho de juvenis de tilápia, alimentados com rações experimentais durante 30 dias de cultivo.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições, em que foram experimentados 300 peixes com peso inicial de $9,10 \pm 1,48$ g, sendo a unidade experimental representada por 15 peixes mantidos em um aquário plástico de 100 litros. Com relação aos tratamentos, 3 representam diferentes níveis de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce nas rações experimentais (0,0%; 5,0% e 10,0%) e o quarto corresponde ao tratamento controle composto pela ração comercial (Tropical Max, da empresa Irca Nutrição animal, localizada em Carpina-PE, no Brasil), com 28% de Proteína Bruta (PB), sendo uma ração destinada a peixes tropicais onívoros, como é o caso da tilápia.

A farinha de batata-doce foi preparada antes do preparo das rações. O processo para a obtenção consistiu em ralar os tubérculos, colocar para secar naturalmente ao sol e após seco, realizou-se a trituração utilizando um liquidificador, para deixar na forma de farinha.

Os valores calculados da composição nutricional, bem como a quantidade de cada ingrediente presente na ração, encontram-se informados na Tabela 1.

Diariamente, os juvenis foram alimentados com a ração experimental e com a comercial, dependendo do tratamento, até a aparente saciedade. A ração foi fornecida seis vezes ao dia (8h:00min; 9h:30min; 11h:30min; 14h:00min; 15h:30min e 16h:30min). A sifonagem dos aquários foi realizada a cada 2 dias, 15 minutos após o último horário de fornecimento da ração, para a limpeza dos aquários, sendo em seguida repostos no sistema geral o volume retirado. Os aquários receberam aeração individual, por meio do abastecimento de água contínuo, proveniente de um sistema de recirculação de água, onde a água de um reservatório abastece os aquários e esses abastecem um filtro fisiológico. Deste sai a água filtrada, que retorna para o reservatório e posteriormente para os aquários.

Para a análise da qualidade da água, foram utilizados os seguintes equipamentos: medidor multiparâmetro (AK87, da empresa AKSO, São Leopoldo-RS, Brasil) resistente à água, para avaliar os parâmetros de temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹); pHmetro (Hanna pH 21, da empresa Hanna Instruments, Limena, Itália), para mensurar o pH; e condutivímetro portátil (Q-795P, Quimis, Diadema-SP, Brasil), para aferir a condutividade elétrica (µS.cm⁻¹). Dessa forma, a qualidade físico-química da água foi mensurada através de duas análises por semana e posteriormente os dados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente, para averiguar se houve diferença estatística na qualidade de água em decorrência da ração utilizada.

Antes do início do experimento foi realizada a biometria inicial, para mensurar a condição dos animais e acompanhar a evolução

através da comparação com biometrias posteriores. Durante a criação dos peixes, foram conduzidas mais duas biometrias, com intervalo de 15 dias entre as mesmas, sendo uma com 15 dias e outra com 30 dias de experimento. Os dados obtidos foram utilizados para calcular a evolução dos peixes, com base na ração fornecida e fazer o comparativo utilizando análise estatística, para avaliar se houve uma dieta que forneceu melhor desempenho com base nas variáveis analisadas.

Tabela 1: Níveis de garantia e valor energético das rações experimentais.

Ingredientes (%) ⁴	Tratamentos			Ração Comercial ³
	0%	5%	10%	
Farelo de soja 45%	42,12	42,12	42,12	-
Farelo de milho	49,90	44,90	39,90	-
Farinha de batata-doce	0,00	5,00	10,00	-
Fermento	1,00	1,00	1,00	-
Farelo de trigo	1,50	1,50	1,50	-
Óleo de soja	2,55	2,55	2,55	-
Premix mineral e vitamínico ¹	0,50	0,50	0,50	-
Fosfato bicálcico	1,33	1,33	1,33	-
Calcário calcítico	0,60	0,60	0,60	-
Sal comum	0,50	0,50	0,50	-
TOTAL	100,0	100,0	100,0	-
Valores calculados ²				
PB - Proteína Bruta (%)	30,00	29,14	28,28	28,00
ED - Energia Digestível Kcal.kg ⁻¹	3.200,00	3.234,10	3.268,20	-
EE - Extrato Etéreo (%)	2,59	2,64	2,70	4,00
FB - Fibra Bruta (%)	3,26	3,31	3,35	7,00
Cálcio (%)	0,86	0,86	0,86	2,50
Fósforo	0,68	0,67	0,66	0,90
Lisina	1,83	1,79	1,74	-
Metionina	0,81	0,75	0,69	-
Treonina	1,66	1,57	1,48	-
Triptofano	0,26	0,26	0,25	-

1. Níveis de garantia por kg do produto. Composição premix: Ácido Fólico- 100 mg; Antioxidante- 125 mg; Cobre- 15.000 mg; Coccidiostático- 25.000 mg; Colina- 50.000 mg; Ferro- 10.000 mg; Iodo- 250 mg; Manganês- 24.000 mg; Metionina- 307.000 mg; Niacina- 20.000 mg; Pantotenato de cálcio- 2.000 mg; Selênio- 50 mg; Veículo QSP- 1.000 g; Vitamina A- 300.000 UI; Vitamina B1- 400 g; Vitamina B12- 4.000 mcg; Vitamina B2- 1.320 mg; Vitamina D3- 100.000 UI; Vitamina E- 4.000 UI; Vitamina K- 98 mg; Zinco- 20.000 mg; promotor de crescimento- 10.000 mg.

2. De acordo com Rostagno et al. (2017).

3. Níveis de garantia da ração de acordo com o IRCA- Nutrição Animal.

4. Composição qualitativa: Farelo de Glúten de Milho 60, Farinha de Carne, Farelo de Soja, Farinha de Peixe, Farinha de Vísceras, Gordura Animal, Levedura de Cana, Vitamina C Monofosfatada 35, Lisina, Metionina, Cloreto de Colina, Ácido Fólico, Ácido Pantotênico, Biotina, Iodato de Cálcio, Monóxido de Manganês, Niacina, Óxido de Zinco, Selenito de Sódio, Sulfato de Cobalto, Sulfato de Cobre, Sulfato de Ferro, Vitamina A/D3, Vitamina B1, Vitamina B2, Vitamina B6, Vitamina B12, Vitamina D3, Vitamina E, Vitamina K3, Aditivo Conservante, Aditivo Antioxidante.

Eventuais substitutivos: Farinha de Penas, Farinha de Sangue, Farelo de Trigo, Farelo de Arroz, Gérmen de Milho, Sorgo Integral Moído, Soja Integral Extrusada, Soja Semi Integral, Farelo de Glúten de Milho, Casca de Soja, Milho em Grão Moído, Quirera de Arroz, Farinha de Trigo, Treonina, Plasma Sanguíneo, Óleo de Soja, Óleo de Peixe, Sulfato de Zinco, Sulfato de Manganês, Vitamina A.

Para avaliar o desempenho zootécnico dos animais, utilizou-se as seguintes variáveis: GP= Ganho de Peso (g); GCT= Ganho de Comprimento Total (cm); GCP= Ganho de Comprimento Padrão (cm); CTR= Consumo Total de Ração (kg); CTRPP= Consumo Total de Ração Por Peixe (kg/peixe); CAA= Conversão Alimentar Aparente (kg/g); TCE= Taxa de Crescimento Específica (g/dia) e SOB= Sobrevivência (%).

A viabilidade econômica da substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce nas rações para juvenis de tilápia, foi analisada com base nos seguintes preços dos ingredientes que foram utilizados nas rações (preço/kg): farelo de milho (R\$ 2,40), farelo de soja (R\$ 4,00), farelo de trigo (R\$ 1,00), farinha de batata-doce (R\$ 4,00), óleo de soja (R\$ 5,90), calcário (R\$ 0,62), fosfato bicálcico (R\$ 6,00), sal comum (R\$ 1,00), premix mineral e vitamínico (R\$ 4,00).

Os preços dos ingredientes foram obtidos durante o período experimental na cidade de Parnaíba, em que realizou-se um levantamento de preço na região dos ingredientes e em seguida calculou-se uma média dos valores obtidos para os cálculos de viabilidade econômica. Todos os ingredientes foram comprados prontos localmente para a realização do experimento, com exceção da farinha de batata-doce, em que foram compradas as raízes e transformadas em farinha pela equipe experimental. Devido a isso, o custo da farinha de batata-doce foi estimado pelos autores, com base no custo do quilo da batata-doce, do tempo, do processo de processamento e da mão-de-obra necessária para transformar a matéria-prima em farinha.

Para a análise econômica, as variáveis utilizadas foram: CR= Custo com Ração (R\$); COP= Custo Operacional Parcial (R\$); BT= Biomassa Total média produzida/tratamento (kg); RB= Receita Bruta (R\$); IC= Incidência de Custo (R\$); RLP= Receita Líquida Parcial (R\$); PCR= Percentual de Custo com Ração (%); PCJ= Percentual de Custo com Juvenis (%) e IL= Índice de Lucratividade (%).

Os dados foram submetidos preliminarmente à análise de variância. Em seguida, em caso de normalidade e significância, aplicou-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($\alpha=0,05$). Para realização das análises estatísticas, aplicou-se o programa SISVAR, versão 5.8 (SISVAR, 2019).

Os dados obtidos foram submetidos ao cálculo para análise dos coeficientes de correlação de Pearson (r). O coeficiente de correlação de Pearson calcula-se da seguinte forma:

Onde x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n são os valores medidos de ambas as variáveis.

Resultados e discussão

Observa-se na Tabela 2 os resultados obtidos nas análises de água.

Os parâmetros de qualidade da água não diferiram entre os tratamentos ($p>0,05$), demonstrando que as composições das rações não influenciaram na qualidade de água. Valores semelhantes de qualidade de água foram encontrados por Dieterich et al. (2012), estando os mesmos em valores aceitáveis para a criação de tilápia, com exceção da Condutividade Elétrica.

Tabela 2: Resultados médios obtidos na análise da qualidade de água.

Variáveis ¹	Tratamentos			
	0%	5%	10%	Ração Comercial
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	5,9 0,11a	6,0 0,17a	6,0 0,14a	5,9 0,18a
Condutividade Elétrica (µS cm ⁻¹)	478 3,53a	483 2,14a	480 1,29a	480 0,91a
Temperatura (°C)	29,3 0,30a	29,2 0,04a	29,3 0,14a	29,2 0,10a
pH	7,4 0,03a	7,4 0,11a	7,4 0,06a	7,4 0,06a

¹Médias seguidas por letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância (p>0,05).

As médias calculadas das variáveis analisadas se encontram na Tabela 3, bem como os seus respectivos desvios padrões.

Tabela 3: Indicadores produtivos do sistema de recirculação de água com juvenis de tilápia alimentados com rações experimentais e comercial utilizando diferentes níveis de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce nas rações formuladas.

Variáveis ¹	Tratamentos			
	0%	5%	10%	Ração Comercial
BT (kg)	0,297 0,03a	0,286 0,02a	0,284 0,03a	0,280 0,02a
RB (R\$)	4,46 0,41a	4,28 0,24a	4,28 0,48a	4,20 0,35a
RLP (R\$)	-1,40 0,36a	-1,61 0,36a	-1,61 0,45a	-2,05 0,30a
COP (R\$)	5,86 0,10a	5,89 0,05a	5,85 0,05a	6,24 0,06b
IC (R\$)	19,83 1,63a	20,70 1,60a	20,70 2,18a	22,41 1,55a
CR (R\$)	0,86 0,10a	0,90 0,18a	0,90 0,04a	1,25 0,06b
PCR (%)	14,68 1,48a	15,20 2,46a	15,20 0,57a	19,95 0,83b
PCJ (%)	85,32 1,48b	84,80 2,46b	84,80 0,57b	80,05 0,83a
IL (%)	-32,22 10,88a	-38,02 10,67a	-38,02 14,55a	-49,43 10,30a
GP (g)	10,7 1,83a	9,94 1,08a	9,83 2,15a	9,55 1,54a
GCT (cm)	2,42 0,310a	2,24 0,190a	2,20 0,464a	2,12 0,215a
GCP (cm)	1,99 0,263a	1,86 0,179a	1,79 0,362a	1,80 0,198a
CTR (kg)	0,269 0,031ab	0,274 0,054ab	0,255 0,012a	0,311 0,016b
CTRPP (kg peixe ⁻¹)	0,018 0,002a	0,018 0,004a	0,017 0,001a	0,021 0,001a
CAA (kg g ⁻¹)	0,0017 0,000a	0,0019 0,001a	0,0018 0,000a	0,0022 0,000a
TCE (g dia ⁻¹)	35,68 6,109a	33,14 3,601a	32,77 7,181a	31,82 5,138a
SOB (%)	100,00 0,00a	100,00 0,00a	98,67 2,98a	100,00 0,00a

¹Médias seguidas por letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância (p>0,05).

A BT não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (p>0,05), o que indica que houve produção de biomassa em igual proporção entre os tratamentos, demonstrando que a substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce, nos níveis analisados, ou a utilização da ração comercial, não provocaram alteração na produção de biomassa dos peixes.

Com relação a RB, os diferentes níveis de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce ou a utilização da ração comercial, não apresentaram diferença estatística (p>0,05). Portanto, independente da substituição pela farinha de batata-doce ou pela utilização da ração comercial, a receita obtida pela comercialização dos peixes foi igualitária, pois não houve diferença significativa.

ARLP não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (p>0,05) e expressou-se em valor negativo para todos, o que demonstra que a utilização ou não da batata-doce ou a utilização da ração comercial não proporcionaram diferença na RLP. Os resultados apresentaram valores negativos devido ao pequeno período de cultivo que não foi suficiente para promover retorno econômico pela produção de biomassa.

Baleta et al. (2022) ao avaliar o potencial da batata-doce em pó, extratos em água quente e extratos etanólicos brutos como promotores de crescimento e a atuação no sistema imunológico, observaram que o peso final, o ganho de peso e a taxa de crescimento específico, foram significativamente maiores em peixes que receberam uma dieta com extratos de batata-doce em água quente do que os demais, diferentemente deste estudo, que não apresentou diferença nas variáveis de BT, RB e RLP, sendo que o peso final tem repercussão direta na RB e RLP, pois a receita é obtida pela comercialização, em quilos, dos peixes ao final do processo produtivo.

O COP apresentou-se estatisticamente semelhante (p>0,05) entre os três níveis de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce, enquanto a ração comercial diferiu de todos (p<0,05) e apresentou o maior valor. Devido a isso, os melhores tratamentos com relação a essa variável foram as três rações experimentais, por demonstrar que a utilização de rações alternativas reduz custos. A substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce nos níveis testados não afetou o COP e a utilização da ração comercial afetou o custo, tornando-o mais caro.

A variável IC não diferiu entre os tratamentos (p>0,05), ou seja, o nível de substituição pela farinha de batata-doce ou a utilização da ração comercial não promoveram diferença significativa no custo para a produção de biomassa. Portanto, o custo de produção de um quilo de biomassa de tilápia foi o mesmo, tanto para as rações experimentais, como para a ração comercial.

O CR comportou-se estatisticamente da mesma forma que o COP, onde apenas a ração comercial diferiu estatisticamente dos demais (p<0,05) e com o maior valor, ou seja, maior CR. Portanto, a utilização das rações alternativas testadas é mais interessante do que o uso da ração comercial, com base nessa variável, pois a ração comercial promoveu maior CR em comparação às demais rações analisadas.

O PCR apresentou o mesmo comportamento do COP e do CR, devido as mesmas serem variáveis interligadas, onde a ração comercial apresentou o maior valor e diferiu de todos os demais (p<0,05), enquanto os demais não possuíram diferença estatística entre eles (p>0,05). Devido à isso, de acordo com essa variável, as rações com 0%, 5% e 10% de substituição possuíram o melhor resultado, pois tiveram menor PCR em relação a ração comercial. No entanto, o PCJ comportou-se de forma contrária ao PCR, onde a ração comercial diferiu de todos os demais (p<0,05) e apresentou o menor valor, enquanto os outros apresentaram valores superiores e não tiveram diferença estatística entre eles

($p>0,05$). Isso se explica devido a ambas as variáveis constituírem o percentual de custo total e, por isso, serem complementares uma à outra. Como o custo com juvenis foi igualitário para todos os tratamentos, influenciou no maior ou menor percentual do custo total corresponder a custo com juvenis foi o custo com ração.

El-Hakim et al. (2010), ao avaliarem o efeito da substituição da energia do milho por batata-doce rejeitada, em 4 níveis (0, 25, 50 e 100%) observaram que o custo de alimentação para a produção de cada quilo de peixe não diferiu significativamente entre as rações testadas e que da mesma forma, o custo médio de um quilo de dieta formulada das dietas experimentais foi similar ao do grupo controle. Resultado semelhante também foi observado no presente trabalho, onde não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos para a variável IC e com relação ao COP, CR, PCR e o PCJ, a dieta controle (0%) não diferiu das demais rações experimentais, apenas da ração comercial, que apresentou o maior custo.

O IL assim como a RLP, apresentaram-se na forma negativa e sem diferença estatística entre os tratamentos ($p>0,05$), o que demonstra que a lucratividade não foi influenciada pelo nível de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce ou pela utilização da ração comercial. Já com relação ao valor negativo, este expressa que o tempo de cultivo não foi suficiente para produzir biomassa que promovesse retorno econômico com a venda dos peixes. Comparando o presente resultado com o obtido por Nogueira et al. (2016), que realizaram uma análise econômica da produção de tilápia alimentada com resíduos de hortaliças (folhas de couve e batata-doce) em substituição à ração, observou-se que os níveis de substituição por resíduos para otimizar o desempenho (63%) eram inferiores aos requeridos para otimizar a lucratividade (99,5% de substituição) e que o melhor nível de substituição da ração por resíduo para a lucratividade depende das circunstâncias do mercado. Portanto, ao contrário do observado no presente trabalho, houve lucratividade dependendo do nível de substituição.

Com relação à variável GP, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$), o que demonstra que não teve influência no ganho de peso dos peixes o nível de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce ou a utilização da ração comercial. Portanto, não há melhor tratamento dentre os avaliados com relação à essa variável. No entanto, Omeregíe et al. (2009), que avaliaram o efeito de vários níveis (0, 5, 10, 15, 20 e 25%) de casca de batata-doce em pó em rações para tilápia (*Oreochromis niloticus*), observaram que o maior aumento no peso dos peixes foi obtido com a dieta controle (0%) e o menor aumento com os peixes alimentados com a dieta com 25% de casca, mostrando que a inclusão da casca na dieta não foi favorável para o ganho de peso dos animais, diferentemente do observado no presente trabalho, pois os diferentes níveis não influenciaram no ganho de peso dos animais. Nogueira et al. (2016) também não obtiveram resultado favorável com a substituição em 100% da ração por resíduos de hortaliças (folhas de batata-doce e couve) na alimentação para tilápia, onde o pior ganho de peso foi obtido no tratamento.

O GCT, assim como o GP, não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ($p>0,05$), o que leva a concluir que não houve influência no crescimento dos peixes do uso das diferentes rações experimentais com diferentes níveis de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce ou o uso da ração comercial.

O GCP, assim como o GCT e o GP, não expressaram diferença estatística entre os tratamentos ($p>0,05$). Portanto, a utilização das diferentes rações experimentais ou o uso da ração comercial não promoveu diferença significativa no GCP dos animais.

Parata et al. (2020) obtiveram resultados diferentes avaliando a influência do tipo de dieta, que foi uma dieta baseada em vegetais crus de origem local (principalmente batata doce, folhas de bananeira e resíduos de jardim) em comparação a uma dieta mista, que consistiu na suplementação ocasional de vegetais crus e ração comercial regular no microbioma intestinal e na assimilação de nutrientes no cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*) geneticamente melhorada e observaram que os peixes alimentados com uma dieta que havia a ração comercial eram significativamente mais pesados e maiores, diferindo significativamente tanto para o comprimento total, quanto para o padrão.

Com relação ao CTR, os três níveis de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce (0%, 5% e 10%) não apresentaram diferença estatística entre eles ($p>0,05$). Da mesma forma, os níveis de substituição de 0% e 5% não diferiram com relação ao consumo da ração comercial ($p>0,05$). Todavia, o nível de substituição de 10% diferiu do CTR da ração comercial ($p<0,05$), sendo que o consumo no tratamento com 10% de substituição foi menor do que o apresentado com a utilização da ração comercial.

O CTRPP não apresentou diferença estatística entre os tratamentos ($p>0,05$), o que demonstra que quando o consumo de ração é dividido pela quantidade de peixes, a diferença passa a não ser mais significativa. Portanto, o consumo de ração por peixe não diferiu com os diferentes níveis de substituição pela farinha de batata-doce ou pela utilização da ração comercial.

Todavia, Nogueira et al. (2016) tiveram resultados diferentes, em que os autores observaram diferença significativa no consumo de ração por peixe, onde os animais alimentados com 100% de resíduos de hortaliças (folhas de batata-doce e couve) apresentaram baixo consumo de alimento, em comparação aos alimentados com ração comercial, mostrando que a dieta influenciou no consumo por peixe, enquanto no presente trabalho não foi observado influência da dieta no consumo.

A CAA não apresentou diferença estatística entre os tratamentos ($p>0,05$), o que demonstra que o uso das rações experimentais com os diferentes níveis de substituição pela farinha de batata-doce ou a utilização da ração comercial não promoveram alterações na conversão alimentar aparente dos animais, ou seja, o quanto da quantidade de ração consumida foi convertida em biomassa aparente. Em contrapartida, Nogueira et al. (2016) tiveram resultados diferentes, onde a pior conversão alimentar foi obtida no tratamento onde os peixes receberam 100% de resíduos de hortaliças (folhas de batata-doce e couve) na alimentação em substituição à ração comercial, tornando perceptível que a substituição em 100% da ração por resíduos não foi viável, com relação a conversão alimentar.

Com relação à TCE, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$), portanto, os diferentes níveis de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce ou a utilização da ração comercial, não provocou alteração das tilápias quanto à tal variável. No entanto, Omeregíe et al. (2009) obtiveram resultados diferentes ao utilizar o pó da casca de batata-doce em diferentes níveis de inclusão em rações

para tilápia, onde a melhor taxa de crescimento específico foi obtido nos alimentados com a dieta controle e a pior taxa nos peixes alimentados com o maior nível de inclusão da casca de batata-doce; portanto, a utilização da casca de batata-doce não foi favorável para o crescimento específico dos peixes, ao contrário da utilização da farinha de batata-doce, que não promoveu alteração na taxa de crescimento específico conforme o aumento do nível da sua utilização.

A SOB também não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($p>0,05$), mostrando que os diferentes níveis de substituição do farelo de milho pela farinha de batata-doce ou a utilização da ração comercial não afetou na sobrevivência dos animais. Nogueira et al. (2016) também não obtiveram alteração na sobrevivência dos animais nos níveis de substituição da ração comercial pelos resíduos, e segundo os autores, isso se deve a rusticidade da espécie.

Tabela 4: Equações que expressam a correlação entre as variáveis econômicas e de desempenho zootécnico e os seus respectivos índices de correlação.

Correlação	COP	BT	RB	IC	RLP	CR	PCR	PCJ	IL
	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=
GP	-0,2542x+11,50	66,667x-9,1	4,444x-9,1	-0,8032x+26,82	3,4307x+15,70	-0,254x+10,23	-0,015x+10,23	0,0151x+8,72	0,120x+14,77
	r= -0,03	r= 1	r=1	r= -0,928	r= 0,886	r= -0,030	r= -0,024	r= 0,0245	r= 0,928
	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=
GCT	-0,1513x+3,15	12,054x-1,21	0,8036x-1,21	-0,1493x+5,37	0,643x+3,32	-0,1513x+2,39	-0,01x+2,41	0,01x+1,40	0,0224x+3,13
	r= -0,095	r= 0,951	r= 0,951	r= -0,908	r= 0,874	r= -0,095	r= -0,087	r= 0,0872	r= 0,908
	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=
GCP	-0,0085x+1,91	10,085x-1,03	0,6723x-1,03	-0,121x+4,39	0,5125x+2,71	-0,0085x+1,87	9E-05x+1,86	-9E-05x+1,87	0,0181x+2,58
	r= -0,03	r= 0,971	r= 0,971	r= -0,898	r= 0,850	r= -0,031	r= 0,001	r= -9E-04	r= 0,898
	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=
CTR	0,1707x-0,74	0,1469x+0,23	0,0098x+0,23	0,0047x+0,18	-0,0294x+0,23	0,1707x+0,11	0,0124x+0,08	-0,0124x+1,32	-0,0007x+0,25
	r= 0,897	r= 0,096	r= 0,096	r= 0,238	r= -0,332	r= 0,897	r= 0,901	r= -0,901	r= -0,238
	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=
CTRPP	0,0114x-0,05	0,0098x+0,02	0,0007x+0,02	0,0003x+0,01	-0,002x+0,01	0,0114x+0,01	0,0008x+0,01	-0,0008x+0,09	-5E-05x+0,02
	r= 0,897	r= 0,096	r= 0,096	r= 0,238	r= -0,332	r= 0,897	r= 0,901	r= -0,901	r= -0,238
	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=
CAA	0,0012x-0,00	-0,0109x+0,01	-0,0007x+0,01	0,0002x-0,01	-0,0008x+0,01	0,0012x+0,01	9E-05+0,01	-9E-05x+0,01	-3E-05x+0,01
	r= 0,646	r= -0,708	r= -0,708	r= 0,892	r= -0,917	r= 0,4178	r= 0,645	r= -0,645	r= -0,892
	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=
TCE	-0,8472x+38,34	222,22x-30,33	14,815x-30,33	-2,677x+89,40	11,436x+52,34	-0,847x+34,10	-0,050x+34,10	0,050x+29,07	0,402x+49,24
	R=-0,03	R=1	R= 1	R= -0,928	R= 0,886	R= -0,030	R= -0,024	R= 0,0245	R=0,928
	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=	y=
SOB	1,3768x+91,46	22,69x+93,17	1,5126x+93,17	-0,247x+104,85	0,852x+101,09	1,377x+98,34	0,1006x+98,05	-0,101x+108,1	0,037x+101,14
	R= 0,18	R= 0,37	R= 0,370	R= -0,311	R= 0,239	R= 0,180	R= 0,181	R= -0,181	R= 0,311

Houve correlação forte entre as seguintes variáveis: GP, GCT, GCP e TCE com BT, RB, IC, RLP, e IL; CTR e CTRPP com COP, CR, PCR e PCJ. O CAA teve correlação forte com todas as variáveis, com exceção do CR, e SOB não teve correlação forte com nenhuma das variáveis econômicas. Alguns índices de correlação tiveram valores negativos, expressando que para essas duas variáveis em que foi calculado a correlação, o crescimento de uma é antagônico ao da outra, ou seja, à medida que o valor de uma aumenta, a da outra diminui em resposta, enquanto outros se expressaram positivamente, ou seja, ambas foram estimuladas ou desestimuladas da mesma forma conforme variava as rações fornecidas aos animais.

Santos et al. (2022) avaliaram níveis similares ao presente trabalho, que foram de 0%, 5%, 10% e 15% de inclusão do farelo da folha de moringa na dieta para juvenis de tilápia e observaram que a inclusão desse ingrediente não é viável, pois ocorreu o encarecimento da ração e diminuição do lucro através da atividade.

Conclusão

O farelo de milho pode ser substituído pela farinha de batata-doce até 10% de substituição na ração experimental

para tilápias, pois superou a ração comercial com base nos parâmetros avaliados para as situações experimentais na qual o experimento foi conduzido, apresentando menor custo sem afetar o desempenho dos animais. Todavia, são necessários mais estudos utilizando a batata-doce com níveis mais elevados de substituição, devido à escassez de experimentos utilizando a mesma na alimentação de peixes, incluindo a tilápia, como também para avaliar outros níveis de substituição e verificar o efeito desse ingrediente em níveis maiores na ração para alimentação dessa espécie.

Referências

- ANDRADE JÚNIOR, V.C.; VIANA, D.J.S.; PINTO, N.A.V.D.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, R.C.; NEIVA, I.P.; AZEVEDO, A.M.; ANDRADE, P.C. de R. Características produtivas e qualitativas de ramos e raízes de batata-doce. *Horticultura Brasileira*, v.30, n.4, p.584-589, 2012.
- BALDISSERA, M.D.; SOUZA, C.F.; ZEPPEFELD, C.C.; VELHO, M.C.; KLEIN, B.; ABBAD, L.B.; OURIQUE, A.F.; WAGNER, R.; SILVA, A.S.; BALDISSEROTTO, B. Dietary supplementation with nerolidol nanospheres improves growth, antioxidant status and fillet fatty acid profiles in Nile tilapia: Benefits of nanotechnology for fish health and meat quality. *Aquaculture*, v.516, 2020.
- BALETA, F.N.; MAGISTRADO-CANDELARIA, P.; BALDO, D.E.B.; PALLAYA-BALETA, L.J.; PLANTADO, L.C.; NAVARRO, M.C. Dietary incorporation of Sweet Potato *Ipomoea batatas* shots improved growth performance and haematological profile of Tilapia *Oreochromis niloticus* in Hapa Nets. *Aquatic Research*, v.5, n.1, p.1-10, 2022.
- CARVALHO, J.S.O.; AZEVEDO, R.V. de; RAMOS, A.P.S.; BRAGA, L.G.T. Agroindustrial byproducts in diets for Nile tilapia juveniles. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.3, p.479-484, 2012.
- DIETERICH, F.; BOSCOLO, W.R.; LOSH, J.A.; FEIDEN, A.; FURUYA, W.M.; SIGNOR, A.A. Fontes de fósforo em rações orgânicas para alevinose juvenis de tilápia-do-nilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, n.3, p.417-424, 2012.
- EL-HAKIM, N.F.A.; LASHIN, M.M.; AL-AZAB, A.A.M.; FAHIM, A.M. Effect of dietary replacement of yellow corn energy with culled sweet potato (as non traditional energy source) on growth performance, nutrients utilization and carcass traits of growing Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, v.14, n.2, p.1-17, 2010.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. *Revista Brasileira de Biometria*, [S.l.], v.37, n.4, p.529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em: <http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>. Acesso em 12 ago. 2021.
- FURUYA, W.M.; FUJII, K.M.; SANTOS, L.D.; SILVA, T.S.C.; SILVA, L.C.R.; SALES, P.J.P. Exigência de fósforo disponível para juvenis de tilápia do nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.1517-1522, 2008.
- GARCIA, F.; ROMERA, D.M.; GOZI, K.S.; ONAKA, E.M. et al. Stocking density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir. *Aquaculture*, v.410, p.51-56, 2013.
- IRCA- NUTRIÇÃO ANIMAL. TROPICALMAX 28. Disponível em: <http://www.irca.ind.br/tropicalmax-28.php>. Acesso em 15 de ago. 2022.
- MASSAROTO, J.A.; MALUF, W.R.; GOMES, L.A.A.; GONÇALVES, R.J.S.; SILVA, V.F.; LASMAR, A. Avaliação de genótipos de batata-doce para produção de raízes e ramos para alimentação animal. *Varia Scientia Agrárias*, v.3, n.1, p.77-86, 2013.
- NOGUEIRA, W.C.L.; FARIA FILHO, D.E.; CAMARGO, A.C. da S. Análise econômica da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentada com resíduos de hortaliças. *Caderno de Ciências Agrárias*, v.8, n.1, p.22-27, 2016.
- NOGUEIRA, W.C.L.; FARIA FILHO, D.E.; CAMARGO, A.C. da S. Desempenho, composição bromatológica e rendimento de carcaça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com resíduos de hortaliças. *Caderno de Ciências Agrárias*, v.8, n.1, p.01-07, 2016.
- OMOREGIE, E.; IGOCHE, L.; OJOBE, T.O.; ABSALOM, K.V.; ONUSIRIUKA, B.C. Effect of varying levels of sweet potato (*Ipomoea batatas*) peels on growth, feed utilization and some biochemical responses of the cichlid (*Oreochromis niloticus*). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, v.9, n.2, 2009.
- PARATA, L.; MAZUMDER, D.; SAMMUT, J.; EGAN, S. Diet type influences the gut microbiome and nutrient assimilation of Genetically Improved Farmed Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Plos One*, v.15, n.8, 2020.
- PEIXE BR, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. Anuário PeixeBr, 2022.
- RORIZ, G.D.; DELPHINO, M.K.V.C.; GARDNER, I.A.; GONÇALVES, V.S.P. Characterization of tilapia farming in net cages at a tropical reservoir in Brazil. *Aquaculture Reports*, v.6, p.43-48, 2017.
- ROSTAGNO, H.S. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 4 ed. Brasil: Universidade Federal de Viçosa, 2017, 488 p.
- SANTOS, D.C.; FREITAS, A.K.S.; FERREIRA, A.H.C.; LOPES, J.A.; SILVA, J.V.; CUNHA, A.M. Juvenis de Tilápias-do-Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão da moringa (*Moringa oleifera*) na dieta sob avaliação econômica. *Revista Agrária Acadêmica*, v.5, n.2, 2022.
- SCHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. Texto para Discussão, n.2328, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Rio de Janeiro: IPEA, 2017. 42p.
- STOCKHAUSEN, L.; VILVERT, M.P.; SILVA, M.; DARTORA, A.; KRANZ, R.; FERREIRA, G.B.; SILVA, L.R.; JATOBÁ, A. Dieta prática com substituição total da farinha de peixe por farelo de soja para tilápia-do-nilo: desempenho de crescimento e efeitos na saúde. *Ciência Animal Brasileira*, v.23, 2022.
- XAVIER, D.T.O.; SOARES, P.P.; ROSSETTO, J.F.; SOUZA, H.B.; BRISQUELEAL, J.C.P.; SILVA, F.N.L.; SOUZA, R.A.L. Substituição do farelo de milho por farinha de torta de tucumã em dietas para tambaqui. *PUBVET*, v.13, n.9, p.1-8, 2019.
- WEILER, K.A.; PESSINI, J.E.; SANCHEZ, M.S.S.; RODRIGUES, M.L.; BOSCOLO, W.R.; PEZZATO, L.E.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A. Farinha de girassol com e sem suplementação de fitase em dietas para juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, v.32, n.4, 2019.
- WOOLFE, J.A. *Sweet potato: an untapped food resource*. Cambridge: University Press, 1992, 188 p.