

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

GABRIEL HENRIQUE LAGE SILVA

**EFEITO DO USO DA ÁGUA RESIDUAL DA CRIAÇÃO DE TILÁPIAS EM TANQUE
ESCAVADO PARA FERTIRRIGAÇÃO DA FORRAGEIRA *UROCHLOA* HÍBRIDA cv.
MULATO II**

UBERLÂNDIA – MG 2025

GABRIEL HENRIQUE LAGE SILVA

EFEITO DO USO DA ÁGUA RESIDUAL DA CRIAÇÃO DE TILÁPIAS EM TANQUE
ESCAVADO PARA FERTIRRIGAÇÃO DA FORRAGEIRA *UROCHLOA* HÍBRIDA cv.
MULATO II

Apresentado à Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia– FMVZ da
Universidade Federal de Uberlândia –
UFU, como requisito parcial à aprovação
na disciplina de Trabalho de Conclusão de
Curso II.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Antunes Magalhães

UBERLÂNDIA – MG

2025

GABRIEL HENRIQUE LAGE SILVA

EFEITO DO USO DA ÁGUA RESIDUAL DA CRIAÇÃO DE TILÁPIAS EM TANQUE
ESCAVADO PARA FERTIRRIGAÇÃO DA FORRAGEIRA *UROCHLOA* HÍBRIDA cv.
MULATO II

Apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia– FMVZ da Universidade Federal de Uberlândia – UFU, como requisito parcial à aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Aprovado em:

Banca Examinadora:

Professor: Dr. Felipe Antunes Magalhães
Orientador (FMVZ-UFU)

Professor: Dr. Italvan Milfont Macêdo
(FMVZ-UFU)

Mestre: Denis Douglas Pessoa
(FMVZ-UFU)

AGRADECIMENTOS

Início este momento de agradecer expressando minha profunda gratidão a Deus, por me conceder uma família que me ama incondicionalmente, amigos leais que caminham ao meu lado e pelas oportunidades e meios que me permitiram enfrentar os desafios desta jornada.

Sua presença constante foi meu alicerce nos momentos de incerteza.

Agradeço, à minha família, pelo apoio, paciência e incentivo em todas as etapas da minha formação. Aos meus amigos, pela amizade sincera, pelas palavras de motivação e pelos momentos de leveza ao longo do caminho. Em especial, agradeço ao Bituca, Harry e Teta, que não mediram esforços e estiveram ao meu lado com trabalho, dedicação e companheirismo durante a condução do experimento.

Sou imensamente grato aos professores que compartilharam seus conhecimentos com excelência, agregando uma visão moderna e eficaz sobre bem-estar e produção animal. Agradeço especialmente à professora Ricarda, ao professor Diego, ao professor Leandro Barbeiro, ao professor Italvan, ao professor Márcio Costa, e, com carinho especial, ao professor Felipe, pela orientação neste TCC, e por me proporcionar a oportunidade de aprendizado e crescimento dentro do grupo de estudos UFU Corte.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho e para a minha formação acadêmica, deixo minha sincera gratidão. Em especial, aos amigos que atuam no campo e que, com experiência prática e sabedoria, muitas vezes vão além da teoria pregada em sala de aula e foram responsáveis por me prepararem para o mundo real, quem além dos slides cheios de teorias esperam de mim a campo um profissional que saiba entregar soluções as demandas e que respeite e compreenda a interação homem e animal, meu sincero obrigado ao amigo: Marcinho, Dênis, Bruno e Rian. Cada gesto, palavra e ensinamento foram essenciais para esta conquista.

DO FUNDO DO MEU CORAÇÃO, MUITO OBRIGADO!!!

RESUMO

Atualmente, observa-se uma crescente demanda por alternativas sustentáveis para o manejo dos resíduos da piscicultura, bem como pela adoção de práticas mais econômicas e ambientalmente responsáveis na produção de forragens destinadas à bovinocultura de corte. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da utilização de água residual proveniente de tanques de criação de tilápia-do-Nilo na fertirrigação da *Urochloa* híbrida cv. Mulato II, explorando nutrientes e compostos nitrogenados presentes nesse recurso como fonte nutritiva para a forrageira. O experimento foi conduzido de maio a dezembro de 2024, no setor de Piscicultura da Fazenda Experimental do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia – Minas Gerais. A metodologia consistiu na distribuição de 300 vasos em três grupos de 100: o primeiro, grupo controle (irrigado com água sem acúmulo de dejetos); o segundo, fertirrigado com água proveniente de tanque escavado contendo resíduos; e o terceiro, fertirrigado e adubado com ureia. A irrigação de todos os grupos foi realizada de forma automática. A análise descritiva dos resultados demonstrou que a água derivada da piscicultura promoveu incremento na taxa de germinação e no desenvolvimento da forrageira, com valores semelhantes aos observados no grupo que recebeu adubação química. Ademais, embora a concentração de amônia tenha permanecido baixa, ainda exerceu efeito positivo sobre as plantas. Os parâmetros de nitrito, nitrato, pH e turbidez mantiveram-se constantes em ambos os recursos hídricos, enquanto os teores de FDN e FDA permaneceram estáveis nas forrageiras, sem alterações relevantes. A produção de biomassa apresentou aumento nos grupos 1 e 2, ao passo que o grupo 3 demonstrou desempenho superior inicialmente, seguido de declínio ao longo do experimento. Esses resultados evidenciam que a fertirrigação com efluente da piscicultura apresenta eficiência semelhante à adubação química, porém com menor custo e impacto ambiental. Conclui-se, portanto, que a utilização da água residual da piscicultura na fertirrigação da *Urochloa* híbrida cv. Mulato II constitui alternativa viável e eficiente, promovendo a intensificação sustentável da produção de forragem e agregando valor a sistemas integrados de piscicultura e pecuária.

Palavras-chave: efluente aquático; nutrição vegetal; produção sustentável; qualidade forrageira; sistemas integrados.

ABSTRACT

Currently, there is a growing demand for sustainable alternatives for aquaculture waste management, as well as for more cost-effective and environmentally responsible practices in forage production for beef cattle farming. This study aimed to evaluate the effects of using wastewater from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) tanks in the fertigation of *Urochloa* hybrid cv. Mulato II, exploring nutrients and nitrogen compounds present in the effluent as a nutritional source for the forage. The experiment was conducted from May to December 2024, at the Aquaculture Sector of Fazenda Experimental do Glória, belonging to the Federal University of Uberlândia, located in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. The methodology consisted of distributing 300 pots into three groups of 100: the first, control group (irrigated with water without waste accumulation); the second, fertigated with water from an excavated tank containing residues; and the third, fertigated and fertilized with urea. Irrigation of all groups was carried out automatically. The descriptive analysis of the results demonstrated that aquaculture-derived water promoted an increase in germination rate and forage development, with values similar to those obtained in the group treated with chemical fertilization. Furthermore, although ammonia concentration remained low, it exerted a positive effect on the plants. The parameters of nitrite, nitrate, pH, and turbidity remained constant in both water resources, while NDF and ADF levels in the forage showed no significant changes. Biomass production increased in groups 1 and 2, whereas group 3 presented higher performance initially, followed by a decline over the course of the experiment. These findings indicate that fertigation with aquaculture effluent achieves efficiency comparable to chemical fertilization, but with lower costs and reduced environmental impact. Therefore, it is concluded that the use of aquaculture wastewater in the fertigation of *Urochloa* hybrid cv. Mulato II represents a viable and efficient alternative, fostering the sustainable intensification of forage production and adding value to integrated aquaculture–livestock systems.

Keywords: aquatic effluent; forage quality; integrated systems; plant nutrition; sustainable production.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de animais, ganho de peso total e médio das tilápias do Nilo no início e término da avaliação

Tabela 2 – Concentração de amônia (ppm) e vazão (%) das águas que abasteceram os grupos controle e fertirrigado ao longo do experimento

Tabela 3 – Variação na concentração de nitrito, nitrato, pH e turbidez durante o período experimental

Tabela 4 – Percentagem de germinação e desenvolvimento

Tabela 5 – Produção de forragem durante o período de coleta do experimento

Tabela 6 – Análise bromatológica das amostras coletadas no período experimental

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FDN – Fibra em Detergente Neutro

FDA – Fibra em Detergente Ácido

NTU – Nível de Turbidez

NDT – Nutrientes Digestíveis Totais

MF – Massa de Forragem

PVF – Peso vivo Final

PVI – Peso vivo Inicial

ppm – Partes por Milhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 A importância socioeconômica e ecologica da fertirrigação	12
2.2 Utilização do dejeto como fertilizante	12
2.3 Forrageira <i>Urochloa</i> híbrida cv. Mulato II vinculada a fertirrigação	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4 RESULTADOS	16
5 DISCUSSÃO	20
6 CONCLUSÃO.....	23

1 INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um dos peixes mais cultivados e consumidos no mundo, devido à sua rusticidade, adaptabilidade, produtividade e qualidade da carne, assim sendo, o cultivo desse resulta no grande potencial econômico, atingindo bons retornos para os produtores (Souza et al., 2023). O Brasil é o quarto maior produtor mundial de tilápia, com uma produção de 662.230 toneladas em 2024, representando 68,36% da produção total de peixes de cultivo no país (IBGE, 2025). Por se tratar de um peixe de água doce, conhecido por sua resistência e rápido crescimento, representa uma escolha popular para a aquicultura (Souza; Leite, 2016). Além disso, por ser uma proteína de alta qualidade e valor nutricional, a demanda por tilápia no mercado global tem crescido constantemente. No entanto, a produção de tilápia também gera impactos ambientais, principalmente relacionados ao uso e à qualidade da água. Os dejetos dos peixes, que contêm matéria orgânica e nutrientes, podem causar a eutrofização dos corpos hídricos, comprometendo a biodiversidade e a saúde humana. Por isso, é importante buscar alternativas para o aproveitamento desses resíduos, visando à sustentabilidade do sistema de produção (Silva, 2013).

Uma das formas mais comuns de produção de tilápia é em tanques, que podem ser de terra, alvenaria ou lona (Mata et al., 2016). Nesses sistemas, os peixes são confinados em um volume limitado de água, que deve ser constantemente monitorada para manter a qualidade adequada. A qualidade da água é fundamental para o desempenho, a saúde e bem-estar dos peixes, pois influencia diretamente o metabolismo, o crescimento, a reprodução, a resistência a doenças e o bem-estar dos animais. Alguns dos principais parâmetros de qualidade da água que devem ser monitorados e controlados na produção de tilápia são: temperatura, oxigenação, pH, turbidez e quantidade de amônia (Morais et al., 2015).

Sabe-se, que a água do tanque deve ser mantida limpa e livre de toxinas, enquanto fornece os nutrientes necessários para os peixes (Feiden et al., 2015). E também, que para uma eficiência na produção de forragem é necessário um bom preparo do solo, a escolha de boas sementes de acordo com a demanda do solo onde será implantada, com o clima da região e com a espécie dos animais que irão nutrir-se da forrageira (Braga, 2013). Junto a isso, para manter a estabilidade da produtividade da planta e conservar os macronutrientes e micronutrientes do solo, a adoção da estratégia de um pastejo rotacionando de acordo com o monitoramento para definir o momento de entrada e saída dos animais, ocorre através da medida de altura da forragem e contribui para conservação do solo, potencialização da forrageira, prevenção às pragas e doenças (Pereira; Polizel, 2016). Destaca-se, entre as forrageiras os

cultivares das *Urochloa*, sendo esses cultivares os representantes da grande maioria das forrageiras nacional e possuem como destaques a produção em solos de baixa fertilidade, resistência a plantas daninhas, resistência a estresses hídricos, e em condições adequadas apresentam uma ótima produção de forragem (Santos et al., 2010).

Vinculado ao tema, centros acadêmicos debatem e reforçam a preocupação de como utilizar a água de forma em que preserve esse recurso natural e imprescindível para a vida, junto a utilização do mesmo em atividades industriais e agropecuárias, sem que haja o risco de comprometimento da qualidade, quantidade e viabilidade do uso hídrico (Zorzi; Turatti; Mazzarino, 2016). Dentre as estratégias para o uso sustentável na produção, já esta sendo adotado medidas para reutilização no ambiente de interação piscicultura-agropecuária por meio da fertirrigação, que consiste em nutrir plantas com os compostos nitrogenados vindos das excretas dos peixes e que se não renovado pode se tornar toxico em alta concentração, explicitando que ao fazer o consórcio há um ganho tanto ambiental minimizando o uso de recurso hídrico, como produtivo impulsionando a produção sem a necessidade da adição de adubos químicos (Marques et al., 2024). A agricultura familiar é um setor que empregou com eficiência a técnica da fertirrigação, através da aquoponia, que associa a criação de peixes com hortaliças por meio de sistemas hidropônicos e assim produz alimentos, economiza ao gastar menos recurso hídrico e adubos químicos, resultando no aumento do lucro líquido (Araripe, 2023). Entretanto, na pecuária já está iniciando um movimento para a adubação orgânica através da fertirrigação, que visa manter a produção em estações de seca, adubar de modo orgânico, aumentando a produção de forragem, o que resulta no aumento no ganho de peso dos animais, aumentando o lucro final e produzindo de maneira sustentável (Bonfim et al., 2017). Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do uso de água de tanque de tilápia para fertilização da forrageira *Urochloa* híbrida cv. Mulato II

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A importância socioeconômica e ecológica da fertirrigação

A adoção de práticas agrícolas sustentáveis representa uma estratégia essencial para promover o aumento de renda da agricultura familiar, garantindo viabilidade econômica e conservação ambiental. O uso de adubação orgânica e fertirrigação com efluentes de piscicultura possibilita o reaproveitamento de nutrientes, reduzindo a dependência de fertilizantes minerais, cujo custo é elevado e pode comprometer o orçamento de pequenos produtores (Araripe, 2023). Essa integração entre piscicultura e produção vegetal cria um ciclo produtivo eficiente, no qual os dejetos de peixes são convertidos em fonte de nitrogênio e fósforo para as forrageiras, contribuindo para maior produtividade e melhoria da qualidade do solo (Ferreira et al., 2023). Além disso, o uso de práticas que visam minimizar os impactos negativos da adubação química, como lixiviação de nitratos e contaminação de recursos hídricos, fatores responsáveis pela degradação ambiental e eutrofização (Camargo & Alonso, 2006). Dessa forma, estratégias de manejo sustentável contribuem não apenas para a redução de custos e aumento da rentabilidade, mas também para a conservação dos ecossistemas, reforçando o papel da agricultura familiar na produção de alimentos.

2.2 Utilização do dejetos como fertilizante

Uma das possíveis formas de aproveitar a água dos tanques de tilápia é utilizá-la para a irrigação de culturas forrageiras, que servem de alimento para os animais ruminantes, como os bovinos, sendo que água de peixes pode aumentar valores de Ca, Mn, Mg, Fe e Zn ao serem utilizados como adubo (Ferreira et al., 2023). Dentre as diversas espécies forrageiras disponíveis, uma que se destaca pela sua adaptabilidade, produtividade, alta capacidade de rebrote, aceitabilidade pelo gado, resistência a épocas de estresse hídrico e bons resultados de controle em relação a pragas, é a *Urochloa* híbrida cv. *Mulato II* (Ferreira et al., 2015). Sabe-se, que através da análise e correção de solo, vinculada a adubação nitrogenada das Brachiarias, resultam em um aumento do número total de perfilho e de folhas, da produção de massa seca de folhas, de colmos, bainhas e da parte aérea e da área foliar (Batista; Monteiro, 2006a), significando a potencialização na produção da massa de forragem (MF), fibras (FDNcp e FDNi), e nutrientes digestíveis totais (NDT), e maiores proporções de lâmina foliar

(Alves et al., 2014 ; Chambó et al., 2022). Junto a isso, em sistemas de criação de gado intensiva se adota a estratégia de pastejo rotacionado, tendo como principal parâmetro para momento de entrada e saída dos animais a altura das forrageiras (Teodoro, 2011). Manejo esse, que visa uma maximização da produtividade, bem-estar dos animais e uma sustentabilidade do solo e da pastagem, aumentando assim, a produção de forragem e a qualidade da carne, junto ao ganho médio diário dos animais resultando em eficiência financeira e longevidade das atividades de pastejo (Átila, 2023). Além disso, a fertirrigação com efluente de piscicultura contribui para o uso racional da água, pois alia a irrigação à adubação, e aumentando a eficiência de absorção dos nutrientes (Araripe, 2023). Sob o ponto de vista econômico, o aproveitamento desse recurso diminui a necessidade de aquisição de fertilizantes minerais e o consumo hídrico, o que representa economia significativa para o produtor rural, especialmente para a agricultura familiar (Oliveira et al., 2022). Dessa forma, a utilização de dejetos de piscicultura como biofertilizante não apenas potencializa a produtividade vegetal, como também agrega valor socioambiental ao sistema produtivo, promovendo a integração entre aquicultura e agricultura de forma em que se reutiliza os dejetos que normalmente seriam descartados. Impulsionando a água de tilápia para ser utilizada como um incremento para a nutrição de hortaliças, vegetais e forrageiras, reduzindo o gasto com adubos e potencializando a produtividade, proporcionando a nutrição das plantas de uma maneira menos impactante ao meio ambiente por sua característica sustentável (Hundley et al., 2013).

2.3 Forrageira *Urochloa* híbrida cv. Mulato II vinculada a fertirrigação

O uso de efluentes provenientes da piscicultura, especialmente a água do fundo de tanques de tilápia do Nilo, constitui uma estratégia inovadora e sustentável para a fertilização de forrageiras, como a *Urochloa* híbrida cv. Mulato II. As principais características que tornam a Mulato II uma forrageira híbrida resultante do cruzamento entre a *Brachiaria ruziziensis*, a *Brachiaria decumbens* e a *Brachiaria brizantha* (Jacovetti, 2016), superior às forrageiras tradicionais, é à sua rusticidade, resistência a pragas e alta adaptabilidade a diferentes condições climáticas e de solo (Ferreira et al., 2023; Carvalho et al., 2011). A integração entre piscicultura e pecuária por meio da fertirrigação com água de peixe permite dois cultivos simultâneos – produção de tilápias e produção de forragem – aumentando a rentabilidade do sistema, reduzindo custos com adubos químicos e otimizando o uso da água (Oliveira et al., 2022; Araripe, 2023). O argumento central deste trabalho é que a água de tanques de tilápia pode fornecer nitrogênio suficiente para reduzir a necessidade de adubação mineral, promovendo ganhos produtivos para a *Urochloa* híbrida mulato II.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de maio a dezembro de 2024, no setor de Piscicultura da Fazenda Experimental do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, situada em Uberlândia – Minas Gerais. Para isso, foram utilizados 18 kg de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), juvenis, sexadas com testosterona, com peso vivo inicial (PVI) médio de 100 g, totalizando a média de 180 peixes. Os peixes permaneceram em tanques escavados fechados de alvenaria, com dimensões de 15 m × 10 m × 1,40 m, e volume de 210 m³. Esses tanques, por meio de um córrego, receberam recurso hídrico de forma contínua (entrada e saída de água sem interrupção). Aos peixes, foi ofertada ração peletizada como alimentação, com 32% de proteína bruta e granulometria entre 6 e 8 mm. A quantidade ofertada foi de 2 kg de ração diariamente, fracionada em quatro refeições (500 g por refeição), distribuídas por um cocho automático nos horários de 8 h, 11 h, 14 h e 17 h. Todo o manejo zootécnico seguiu o padrão de produção adotado pelo setor.

O experimento consistiu em três tratamentos sendo eles; 100 vasos com irrigação tradicional (sem adubação química e biológica) ou seja esse foi o grupo controle, 100 vasos destinados à fertirrigação sem adubo químico e 100 vasos com fertirrigação mais adubo nitrogenado (89g/m², por recomendação do fabricante), os quais todos os tratamentos ficaram no mesmo ambiente que era aberto e com iluminação natural, alocados próximos ao tanque de tilápia.

Todos os 300 vasos receberam a mesma quantidade e mesmo tipo de terra vegetal, isentas de sementes ou partes viáveis de plantas invasoras. Para agregar na demanda nutricional das forrageiras foi realizada uma adubação do solo em todos os tratamentos, utilizando fertilizante Superfosfato Simples, composto por Cálcio (Ca), Enxofre (S) e Fósforo (P). Conforme as recomendações do fabricante, o adubo foi incorporado diretamente ao solo, apresentando um tempo estimado de ação de aproximadamente 15 dias. A dosagem aplicada seguiu a orientação técnica de 80 gramas por metro quadrado de área cultivada.

Para o plantio foram utilizadas sementes incrustadas de *Urochloa* híbrida mulato II, sendo semeado uma semente por vaso, na profundidade de 1 a 2 cm, sendo recoberta por terra. Todo o plantio foi feito no mesmo dia em 300 vasos (15 L) com altura de 10 cm, diâmetro de boca 12 cm, feito de poliéster e com quatro furos no fundo. No experimento existiram duas distintas fontes de água, uma que veio direto do riacho, cuja nascente ocorre na própria fazenda, e a segunda fonte foi desta primeira água, mas que permaneceu dentro do tanque escavado com

a presença das tilápias-do-Nilo (foram adicionadas 2 meses antes do inicio da irrigação), sendo posteriormente bombeada para realizar a fertirrigação com ou sem adubo químico.

Todos os vasos receberam irrigação através de duas bombas de 220v, com potência de altura máxima de succão de 8 metros, vazão de 1.980 L/h, impulsionando a água por meio de mangueiras de $\frac{1}{2}$ polegada (12.7 mm), ofertando água aos aspersores mecânicos do modelo bailarina, com alcance de 3 metros cada. O sistema foi acionado automaticamente 3 vezes ao dia por intermédio de um timer (protegido por disjuntores em caso de descargas elétricas), e com funcionamento no período da manhã às 9 horas, ao meio-dia, e no período da tarde às 15 horas, estando alocado em cada tratamento 4 aspersores que ofertava em média 98 L de recurso hídrico por dia.

No início do experimento foi coletada uma amostra de cada uma das fontes de água com o intuito de comparar as propriedades presentes nos dois grupos, as tilápias foram alocadas ao tanque 2 meses antes o início da irrigação. Após iniciais a irrigação essa análise se repetiu a cada 45 dias sendo avaliado os seguintes parâmetros: amônia através da mensuração amônia tóxica realizada por métodos colorimétricos, como o método de Nessler, no qual a amônia presente na amostra reage com o reagente de Nessler formando um composto de coloração amarelada. A intensidade da cor é proporcional à concentração de amônia e pode ser determinada por leitura em espectrofotômetro ou comparador visual, e os demais parâmetros como nitrito, nitrato, pH e turbidez, os testes foram realizados no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), Centro Tecnológico de Alimentos - Fábio de Araújo Motta (CETAL/FAM) e Laboratório de Ensaios em Alimentos e Meio Ambiente Rua Ernesto Vicentini (LAMAM) em Uberlândia - MG

Ao chegar no tempo de 45 dias após o plantio, foi realizado o corte total do capim *Urochloa híbrida* cv. Mulato II rente ao solo de forma manual com o auxílio de uma tesoura em todos os 100 vasos de cada tratamento. As amostras coletadas foram identificadas e seguiram as avaliação, sendo uma delas a separação morfológica (colmo, folha e matéria seca), no qual as folhas foram submetidas ao processo de desidratação passando pela estufa a 55° C durante 72 horas, em seguida moídas em moinho do tipo faca com peneira de crio de 1 mm e submetidas a análises para obtenção de informações sobre os terrores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), (AOAC, 2005; Silva & Queiroz, 2002). Tais análises foram realizadas no laboratório de bromatologia da Universidade Federal de Uberlândia. Todos os valores coletados passaram por uma análise descritiva dos resultados, visando interpretar os dados obtidos de maneira comparativa.

4 RESULTADOS

Durante os 7 meses de período experimental, observou-se o desempenho das Tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), evidenciado pelo aumento do peso vivo dos animais ao longo da avaliação (Tabela 1). Inicialmente, foram alocados 180 indivíduos apresentaram peso vivo total de 18,0 kg, com média individual de 0,100 kg. Ao término do experimento, o peso vivo total atingiu 192,0 kg, porém, foi considerado a perca de 10% dos animais por questões climáticas e naturais. Representando ao fim, 162 animais com um ganho acumulado de 174,0 kg, enquanto a média individual evoluiu para 1,174 kg, correspondendo a um incremento de 1,074 kg por peixe.

Tabela 1 – Número de animais, ganho de peso total e médio das Tilápias-do-Nilo no início e término da avaliação

Número de animais	162
Peso Vivo Inicial (PVI) total (kg)	18
Peso Vivo Final (PVF) total (kg)	192
Ganho total (kg)	174
PVI médio por peixe (kg)	0,100
PVF médio por peixe (kg)	1,174
Ganho médio por peixe (kg)	1,074

No monitoramento da qualidade da água utilizada nos tratamentos, foi avaliada a concentração de amônia (ppm) e a percentagem de vazão destinada aos grupos controle e fertirrigado ao longo do período experimental (Tabela 2). No grupo controle, a concentração de amônia permaneceu estável em 0 ppm durante todo o experimento, enquanto no grupo submetido à fertirrigação foram registadas concentrações crescentes, partindo de 0,25 ppm nos meses de julho a setembro e atingindo 0,50 ppm em novembro e dezembro. A vazão manteve-se em 90% até setembro, reduzindo para 75% nos dois últimos meses.

Tabela 2 – Concentração de amônia em ppm e vazão em porcentagem das águas que abasteceram os grupos controle e fertirrigado ao longo do período experimental

Concentração de amônia			
	Controle	Fertirrigação	Vazão
Maio / Junho	0 ppm	0 ppm	90%
Julho / Agosto	0 ppm	0.25 ppm	90%
Setembro	0 ppm	0.25 ppm	90%
Novembro	0 ppm	0.50 ppm	75%
Dezembro	0 ppm	0,50 ppm	75%

Na Tabela 3, a avaliação da qualidade da água demonstrou variações nos parâmetros físico-químicos entre os tratamentos, com destaque para o pH e a turbidez. Os valores médios de nitrato permaneceram abaixo de 0,1 mg/L em ambos os recursos hídricos, enquanto a concentração de nitrito foi estável em 0,4 mg/L. Em relação ao pH, o tratamento com água corrente apresentou valor médio de 5,42, superior ao observado no tratamento com água do tanque, que foi de 4,85. A turbidez também variou, sendo de 2,34 NTU no tratamento com água corrente de 5,96 no tratamento com água do tanque, indicando maior acúmulo de sólidos suspensos neste último.

Tabela 3 – Valores médio da concentração de nitrato, nitrito, pH e a turbidez de água com e sem a presença de Tilápias-do-Nilo

Variável	Controle	Fertirrigação
Nitrato (mg/L)	<0,1	<0,1
Nitrito (mg/L)	0,4	0,4
pH	5,42	4,85
Turbidez (NTU)	2,34	5,96

A análise da germinação e do desenvolvimento da forrageira evidenciou diferenças entre os tratamentos (Tabela 4). O grupo controle apresentou taxa de germinação de 83%, enquanto o tratamento com fertirrigação alcançou 94%, demonstrando incremento positivo em relação ao controle. Já o tratamento que associou fertirrigação com a aplicação de composto químico obteve o melhor desempenho, atingindo 97% de germinação.

Tabela 4 Porcentagem de germinação e desenvolvimento da *Urochloa* híbrida cv. Mulato II

Tratamentos	%
Controle	83
Fertirrigação	94
Fertirrigação +Químico	97

Na Tabela 5 a avaliação da produção de forragem nos 3 cortes com intervalo de 45 dias. No tratamento controle, os pesos médios das coletas variaram de 70 a 136 g, enquanto no tratamento com fertirrigação os valores oscilaram entre 111 e 166 g. O tratamento com adubação química apresentou os maiores valores de produção, com 1.104 g na primeira coleta, seguido de 757 e 423 g nas coletas subsequentes (Figura 5).

Tabela 5 Produção de matéria naturalda *Urochloa* híbrida cv. Mulato II em três cortes

Colheitas	Controle	Fertirrigação	Fertirrigação + Químico
Corte 1	70	111	1.104
Corte 2	84	116	757
Corte 3	136	166	423

A análise da composição química das amostras de forragem coletadas durante o experimento estão representadas na Tabela 6. A matéria seca (MS) apresentou valores médios de 92,13% no tratamento controle, 92,05% na fertirrigação e 91,3% no tratamento com fertirrigação com adição de composto químico, enquanto a umidade foi de 7,87%, 7,94% e 8,73, respectivamente. Em relação à fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), os valores encontrados foram de 64,13% e 31,12% no controle, 63,43 e 31,61 na fertirrigação e 64,75 e 28,71 na fertirrigação com adição de composto químico, indicando – pequeno efeito do tratamento sobre a fração fibrosa da forragem (Figura 6).

Tabela 6 Composição química da *Urochloa* híbrida cv. Mulato II nas amostras coletas no período experimental

Tratamento	FDN (% MS)	FDA (% MS)
Controle	64,13	31,12
Fertirrigação	63,43	31,67
Fertirrigação + químico	64,75	28,71

FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido

5 DISCUSSÃO

O incremento de 174 kg na biomassa de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) ao longo de sete meses, associado a uma conversão alimentar de aproximadamente 2,46 kg de ração por quilograma de peixe produzido, indica desempenho inferior ao esperado. Considerando os 162 indivíduos remanescentes, após a perda de 10 % do grupo inicial, o ganho médio diário foi de aproximadamente 5,02 g/peixe, sendo a conversão alimentar observada acima dos valores ideais, que variam entre 1,4 e 1,8 kg de ração por quilograma de peixe (Widanarni et al., 2012), evidenciando menor eficiência produtiva e maiores custos de produção, uma vez que conversões superiores a 2,0 são consideradas desfavoráveis para a piscicultura.

Durante os sete meses de monitoramento, os níveis de amônia no sistema aquícola permaneceram baixos, variando entre 0 ppm e 0,50 ppm, dentro das faixas seguras para a maioria das espécies aquáticas, considerando que concentrações acima de 6,5 ppm são letais (Boyd, 2015). A amônia não ionizada (NH_3), cuja toxicidade aumenta em pH elevado e temperaturas mais altas, pode causar estresse e redução de crescimento em concentrações superiores a 0,5 mg/L. Os valores observados indicam que a renovação contínua da água foi o responsável por deixar os níveis baixos.

Os resultados obtidos indicam que os níveis de nitrito na água corrente e na água do tanque foram iguais, apresentaram (0,4 mg/L) e de nitrato ($<0,1$ mg/L) permaneceram muito baixos, prevenindo impactos tóxicos e a eutrofização do sistema (Camargo & Alonso, 2006; Boyd, 2015). O pH medido 5,42 na água corrente e 4,85 na água do tanque, encontra-se abaixo da faixa ideal de 6,5 a 8,5 para tilápias, indicando risco de estresse fisiológico e possível comprometimento do crescimento e da absorção de nutrientes (Boyd, 2015). Quanto à turbidez, 2,34 NTU na água corrente e 5,96 NTU na água do tanque, valores moderados podem reduzir estresse e competição por alimento, além de proteger contra predadores, mas níveis mais elevados podem afetar a fotossíntese de organismos benéficos e a qualidade da água a longo prazo (Kube et al., 2004).

Os resultados do experimento mostram que a germinação e o desenvolvimento das forrageiras até os 45 dias foram similares entre o tratamento 2 e o tratamento 3, sendo 83% na Tratamento 1(sem compostos nitrogenados), 94% no Tratamento 2 (com a fertirrigação) e 97% no Tratamento 3 (com adubo químico). Esses dados indicam que a ausência de nitrogênio pode ter limitado o vigor inicial das plantas, enquanto a presença de formas solúveis de nitrogênio, especialmente ureia, favoreceu a brotação e no desenvolvimento inicial. A influência positiva da fertirrigação na germinação e desenvolvimento inicial das forrageiras, pois

esse nutriente é essencial para a síntese de aminoácidos e proteínas que sustentam o crescimento radicular e foliar (Carvalho et al., 2011; Ribeiro et al., 2010; Marinho et al., 2012). Dessa forma, os resultados sugerem que a fertirrigação atuou de forma a suprir a necessidade do composto nitrogenado.

A disponibilidade de compostos nitrogenados influenciou diretamente na germinação e desenvolvimento da *Urochloa* híbrida mulato II, com ganhos de 11% no Tratamento 2 (fertirrigação), 14% no Tratamento 3 (adubação química com ureia) em relação ao controle (Tratamento 1, sem adubo). Quanto à média de biomassa, o Tratamento 1 apresentou crescimento progressivo de 70 g para 136 g (94%), o Tratamento 2 variou de 111 g para 166 g (49%) e o Tratamento 3 apresentou comportamento atípico, com 1.104 g na primeira coleta, seguido de decréscimos. Esses resultados indicam que, embora a adubação com ureia tenha promovido elevada brotação e produção elevada de biomassa inicial, houve o declínio com decorrer do experimento, entretanto a produtividade com a fertirrigação mostrou uma interação a qual a produtividade aumentou durante o mesmo período. Sabe-se que, no período de inverno, ocorrem alterações na luz, na temperatura e na disponibilidade hídrica, fatores fundamentais para o desenvolvimento das forrageiras. Portanto, estratégias de manejo que considerem adubação adequada e monitoramento climático são essenciais para otimizar o desempenho da *Urochloa* híbrida mulato II.

A análise da composição química revelou que os teores de Fibra em Detergente Neutro (FDN) apresentaram pequenas variações (Tratamento 1: 64,13%; Tratamento 2: 63,44%; Tratamento 3: 64,75%), típicas de gramíneas tropicais, sugerindo influência mínima do manejo nutricional na fração fibrosa (NRC, 2001). Em contraste, a Fibra em Detergente Ácido (FDA) apresentou redução no tratamento 3 (28,72%) em relação ao tratamento 1 (31,12%) e tratamento 2 (31,67%).

Os resultados indicam que a fertirrigação proveniente da piscicultura e a adubação nitrogenada química influenciaram positivamente a brotação, a produção de biomassa e a qualidade bromatológica da *Urochloa* híbrida cv. Mulato II. A taxa de germinação e desenvolvimento foi superior no Tratamento 3 (adubação com ureia) e no Tratamento 2 (fertirrigação com amônia) em relação ao controle (Tratamento 1, sem adubação), evidenciando o efeito direto do nitrogênio no vigor inicial das plantas (Carvalho et al., 2011; Ferreira et al., 2023). A biomassa apresentou crescimento progressivo nos Tratamento 1 e 2, enquanto na Tratamento 3 atingiu valores iniciais maiores, demonstrando interação positiva entre fertirrigação e adubação química (Ribeiro et al., 2010).

Os resultados indicam que a fertirrigação com efluentes de piscicultura (Tratamento 2) apresenta ganhos de brotação e biomassa muito próximos aos obtidos com adubação química (Tratamento 3), porém sem os custos adicionais de fertilizantes químicos, configurando uma alternativa sustentável, rentável e que pode ser utilizada em consorcio com a adubação química e também alternativa de recurso hídrico para períodos de escassez de chuva, especialmente relevante para a agricultura familiar (Araripe, 2023). Essa prática permite reduzir a dependência da adubação química, mantendo produtividade e qualidade da forragem comparáveis à adubação químico (Ferreira et al., 2023). Além da economia direta, a integração da piscicultura com a pecuária promove o reaproveitamento de nutrientes, reduz a dependência de insumos externos, mitiga impactos ambientais e aumenta a eficiência hídrica, características alinhadas às políticas de agricultura sustentável (Ribeiro et al., 2010; Carvalho et al., 2011). Assim, a fertirrigação com efluentes não só mantém a produtividade, como também agrega valor socioambiental ao sistema, tornando-se uma estratégia eficiente e viável para sistemas integrados de produção animal.

6 CONCLUSÃO

A fertirrigação com efluente proveniente da piscicultura configura-se como uma alternativa ambientalmente sustentável para a produção de *Urochloa* híbrida cv. Mulato II. O aporte de compostos nitrogenados presentes no efluente promoveu incremento positivo na germinação e desenvolvimento na forrageira, apresentando resultados comparáveis à adubação química convencional, porém com custos reduzidos e menor impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABRUNHOSA, F. *Piscicultura: Técnico em Aquicultura*. Pará: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, 2011.
- ALVES DA MATA, D.; SANTOS, A. D. D.; PEREIRA, H. L.; DANTAS, M. B.; APOLINÁRIO, M. O. Implantação de um sistema de piscicultura em tanques escavados como alternativa de renda para piscicultores no semiárido paraibano. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO (CONIDIS)**, 1., 2016, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: CONIDIS, 2016.
- ARARIPE, R. P. M. Produção de biogás utilizando matéria orgânica proveniente da criação de tilápia do Nilo em sistema aquapônico. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2023.
- ÁTILA, P. Pastejo rotacionado como ferramenta para otimizar a pecuária de corte. Goiás: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2023.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Respostas morfológicas e produtivas do capim-marandu adubado com doses combinadas de nitrogênio e enxofre. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1281–1288, ago. 2006a.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Sistema radicular do capim-marandu considerando as combinações de doses de nitrogênio e de enxofre. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 821–828, out. 2006b.
- CHAMBÓ, L. et al. Características agronômicas e valor nutritivo dos capins Mulato II e Marandu em função da altura do dossel na baixada cuiabana. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 8, n. 7, p. 49686–49706, jul. 2022.
- BONFIM, B. R. S. et al. Produção de forragem em pastos de *Brachiaria* irrigados com efluentes da piscicultura no semiárido. Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco, [202?].
- FEIDEN, I. F. et al. Qualidade da água, capacidade de suporte e melhor período para criação de peixes em tanques-rede no reservatório de Salto Caxias. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 589–594, dez. 2015.

FERREIRA, D. A. C. et al. Biomass and nutrient contents in *Panicum maximum* cultivars irrigated with fish farming effluent. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 36, n. 4, p. 940–951, jan. 2023.

FILHO, N.; SEIXAS, M. Caracterização da água de igarapés utilizados na piscicultura em Manaus e Iranduba-AM. Brasília: Universidade de Brasília, 2018.

GRADVOHL, S. T. S. Avaliação dos riscos ambientais e ecotoxicológicos do reúso de águas residuárias em piscicultura. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2006.

HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: a integração entre piscicultura e a hidroponia. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 52–61, dez. 2013.

JÚNIOR, E. G.; MORETTI, G. A. Desempenho zootécnico de tilápias do Nilo criadas em tanque escavado sob baixa temperatura no município de Nova Aurora/PR. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG*, Cascavel, v. 3, n. 1, jun. 2020.

JÚNIOR, M. R. R. et al. Desenvolvimento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes tipos de adubação (química e orgânica). *Revista Unimar Ciências*, Marília, v. 24, n. 1-2, out. 2017.

LEME, G. A evolução da pesquisa em forragicultura e pastagens no Brasil. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba, v. 45, p. 5–51, jan. 1988.

MARQUES, M. et al. Relato de experiência: sistema interativo de piscicultura e agricultura: avaliando a sustentabilidade nas dimensões econômica, ambiental e social. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, Madri, v. 17, n. 1, p. 9258–9279, jan. 2024.

MASTELINI, V.; MOLLO NETO, M. Indicadores de qualidade da água para criação de tilápias-do-nilo em tanque-rede: uma revisão das práticas de análises (2010–2021). *Recima21*, [s. l.], v. 3, n. 12, dez. 2022.

PACIULLO, D. S. C. et al. Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 964–974, jun. 2001.

PEREIRA, L. E. T.; POLIZEL, G. H. G. Princípios e recomendações para o manejo de pastagens. Pirassununga: Universidade de São Paulo, 2016.

MORAIS, J. P. et al. Qualidade da água na piscicultura: um estudo de caso em comunidades rurais do município de Formiga-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília. *Anais...* Brasília: ABRH, 2015.

SANTOS, L. M. et al. Potencial de estabelecimento da *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II (Convert HD364) no estado do Tocantins. *Nativa*, Sinop, v. 3, n. 4, p. 224–232, dez. 2015.

SANTOS, M. E. R. et al. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, p. 2125–2131, out. 2010.

SATIRO, T. M.; PAULA, D. A. J. Limnologia aplicada à piscicultura para pequenos produtores: uma integração de saberes. *Revista Científica Rural*, Bagé, v. 22, n. 1, p. 54–68, jun. 2020.

SILVA, M. J. S. Efeito agudo da amônia e do nitrito em tilápias *Oreochromis niloticus* mantidas em baixa salinidade. [S. l.: s. n.], 2013.

SOUZA, C. F. et al. Estudo de viabilidade econômica para tilapicultura em tanque escavado no Vale do Ribeira, estado de São Paulo. *VIDA: Exatas e Ciências da Terra*, Registro, v. 1, n. 1, p. 23–34, jul. 2023.

SOUZA, G. M.; LEITE, M. A. Custo de produção de piscicultura da espécie tilápia no sistema intensivo de tanque-rede. *QUALIA: A Ciência em Movimento*, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 141–167, 2016.

SOUZA, P. P.; NETO, J. R. S. Reaproveitamento da água de piscicultura na irrigação da forragem *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, São Paulo, v. 6, n. 12, p. 28–43, jan. 2019.

ZORZI, L.; TURATTI, L.; MAZZARINO, J. M. O direito humano de acesso à água potável: uma análise continental baseada nos Fóruns Mundiais da Água. *Ambiente & Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, Taubaté, v. 11, n. 4, p. 954, out. 2016.