








Cultivo de plantas de girassol suplementadas com resíduos de tanques de produção de Tilápia

Elias do Nascimento de SOUSA FILHO ¹, Francisco Icaro Carvalho ADERALDO ¹,
Gabrielli Teles de CARVALHO ¹, Gabriela de Sousa FERREIRA ¹,
Maria do Socorro Chacon de MESQUISTA ², Franklin Aragão GONDIM ^{1*}

¹ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Maracanaú, CE, Brasil.

² Centro de Pesquisas em Aquicultura, Departamento Nacional de Obras Contrás as Secas, Pentecoste, CE, Brasil.

*E-mail: aragaofg@yahoo.com.br

Submetido em 23/05/2023; Aceito em 01/04/2024; Publicado em: 03/05/2024.

RESUMO: O presente estudo objetivou analisar a viabilidade do uso de sedimentos gerados em tanques de produção de tilápia para o cultivo de plantas de girassol, avaliando variáveis biométricas (altura, diâmetro, número de folhas), teores relativos de clorofila e a produção de massa fresca e seca. A etapa de cultivo vegetal foi conduzida em casa de vegetação. Foram avaliadas variáveis de crescimento, teores relativos de clorofila e produção de matéria fresca e seca de plântulas de *Helianthus annuus* L. (girassol). Foram utilizados cinco tratamentos, sendo três concentrações de resíduos da produção de tilápia (equivalente a 20, 40 e 160 kg de N ha⁻¹), uma concentração de fertilizante orgânico comercial (húmus) misto a 80 kg de N ha⁻¹ e um grupo controle (ausência de biofertilizante). Aos 27 dias após a semeadura (DAS), observou-se nos tratamentos contendo resíduos de tanques de produção de tilápia (RTT) um maior crescimento em relação aos tratamentos areia e fertilizante comercial. As plantas cultivadas sob suplementação com resíduos de tanques de tilápia (RTT) apresentaram valores mais elevados nas variáveis de crescimento analisadas em relação aos tratamentos húmus (fertilizante comercial) e areia. Ressalta-se como destaque o tratamento suplementado à 160 kg N ha⁻¹ que demonstrou os resultados mais expressivos.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*; adubação; sustentabilidade.

Cultivation of sunflower plants supplemented with residues from Tilapia production tanks

ABSTRACT: The present study aimed to analyze the feasibility of using sediments generated in tilapia production tanks for the cultivation of sunflower plants, evaluating biometric variables (height, diameter, number of leaves), relative levels of chlorophyll and the production of fresh and dry mass. The plant cultivation stage was conducted in a greenhouse. Growth variables, relative chlorophyll contents, and fresh and dry matter production of seedlings of *Helianthus annuus* L. (sunflower) were evaluated. Five treatments were used, with three residues from tilapia production (equivalent to 20, 40, and 160 kg of N ha⁻¹), a concentration of commercial organic fertilizer (humus) mixed at 80 kg of N ha⁻¹, and a control group (absence of biofertilizer). At 27 days after sowing (DAS), treatments containing residues from tilapia production tanks (RTT) showed greater growth than sand and commercial fertilizer treatments. The plants grown under supplementation with tilapia pond residues (RTT) showed better results about the humus (commercial fertilizer) and sand treatments, emphasizing the supplemented treatment at 160 kg N ha⁻¹, which proved the most expressive results.

Keywords: *Oreochromis niloticus*; fertilizing; sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico e populacional, o desenvolvimento tecnológico e o crescente processo de urbanização trazem consigo mudanças, nos modos de produção e consumo da sociedade. Em virtude disso, a geração de resíduos sólidos tem crescido, principalmente, nos grandes centros urbanos (GOUVEIA, 2012).

Dentre os resíduos sólidos, tem-se uma grande parcela de resíduos orgânicos, estes podem ser de origem vegetal, animal, urbano ou industrial e apresentam elevados teores de componentes orgânicos (REZENDE, 2010). O material orgânico representa em torno de 50 a 65% de todo o resíduo gerado.

O agronegócio é um setor produtivo que possui forte impacto no Brasil, tendo grande contribuição na economia do país, tal fato também influencia na grande produção de resíduos. Os resíduos orgânicos estão presentes em diversas etapas da cadeia produtiva da agroindústria, havendo uma estimativa de que o aproveitamento das matérias-primas vegetais não ultrapasse cerca dos 85% e que os resíduos gerados possam chegar a 30% (DO NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

Esses resíduos geralmente apresentam alto potencial para utilização agrícola, pois são constituídos por elevado teor de matéria orgânica e por elementos essenciais para as plantas,

podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais (REZENDE, 2010). Eles apresentam constituição física, química e biológica interessante, atuam melhorando a agregação das partículas, a condutividade hidráulica, a porosidade, a retenção de água, a capacidade do campo, o pH, a temperatura e a fertilidade (SOUSA, 2012).

A *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo) foi introduzida no Brasil na década de 70, é oriunda de diversos países africanos (SILVA et al., 2015). A produção de tilápia tem crescido de forma constante nos últimos anos, assegurando a colocação de espécie mais produzida na piscicultura nacional (PEDROZA et al., 2020). Representou 53,4% do total produzido proveniente da piscicultura nacional no ano de 2020, totalizando 343.595 toneladas (IBGE, 2020). O crescimento da procura por tilápia no mercado nacional e o ingresso de grandes produtores no setor são as principais causas responsáveis pelas mudanças ocorridas no cenário da indústria da tilápia no Brasil (PEDROZA; ROUTLEDGE, 2016).

Além dos resíduos de filetagem, os processos produtivos geram o acúmulo de sedimentos (resíduos orgânicos e metabólicos) nos tanques e viveiros. A adição de fertilizantes, excreção dos peixes e restos de ração, principais fontes de resíduos orgânicos nesses sistemas, depositam-se no fundo dos tanques (HUSSAR et al., 2002). Os resíduos agroindustriais da piscicultura, quando manejados de maneira inadequada podem gerar sérios danos ambientais. Assim buscar alternativas para a reutilização desses resíduos, com critérios, pode resultar em menor degradação do meio ambiente e também pode trazer retornos econômicos.

Há diversas estratégias alternativas para tratar resíduos de peixe, como compostagem, produção de farinha e óleo de peixe para incremento em rações, produção de biogás e biofertilizante (FONSECA, 2018). O acréscimo de matéria orgânica ao solo objetiva a melhoria suas características biológicas, físicas e químicas, contribuindo para o crescimento adequado das plantas. Uma das formas mais eficientes é a aplicação de compostos orgânicos de boa qualidade, que podem ser obtidos a partir de resíduos orgânicos, como os oriundos da tilápia (PARAJARA, 2020), que se caracteriza como uma atividade sustentável e economicamente viável (VIDOTTI; LOPES, 2016), proporcionando incrementos ao solo e às plantas cultivadas.

Alguns estudos foram desenvolvidos acerca do uso e o aproveitamento de resíduos orgânicos no cultivo de plantas, tais como: girassol, cebola, cenoura (BRITO et al., 2018; BRITO et al., 2020; HIGASHIKAWA et al., 2022; MELO et al., 2022). Brito et al. (2018) e Brito et al. (2020) apontaram que a utilização de resíduo de algas arribadas, no cultivo de girassol, resultou em uma melhora nas variáveis de crescimento em relação ao substrato com areia ou areia e húmus. Higashikawa et al. (2022) fizeram o uso de resíduos da criação e abate de suínos no cultivo de cebola, os resultados indicaram que o composto pode substituir o uso de fertilizantes minerais. Melo et al. (2022) verificaram que a adição de sedimentos tanque de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com complementação mineral impactou consideravelmente as variáveis estudadas e mostrou-se eficiente em proporcionar incrementos na produção de cenoura (*Daucus carota* L.) Nesse contexto, aplicação dos resíduos orgânicos na compostagem e no cultivo de plantas, é uma alternativa viável para aumentar o aproveitamento desses materiais.

O *Helianthus annuus* L. (girassol) é uma planta oleaginosa considerada versátil que se desenvolve bem na maioria dos solos agricultáveis e, apresenta ampla capacidade de aclimação, sendo cultivada em diferentes regiões do território nacional (SANTOS et al., 2021). É uma espécie que tem apresentado no Brasil expansão de área de cultivo. Esta cultura vem sendo utilizada para produção de óleo comestível de alta qualidade, ornamentação, ração para animais, ou ainda como matéria prima na produção de biodiesel (SOUZA et al., 2015).

O girassol apresenta características importantes (maior tolerância à seca, ao frio e ao calor) em relação à maioria das espécies cultivadas no Brasil. Seu rendimento é pouco influenciado pela latitude e pelo fotoperíodo (EMBRAPA, 2007). Trata-se de uma cultura que apresenta importantes características agrônômicas, como elevado teor de óleo nos seus grãos. Apresenta ainda ampla capacidade de aclimação às diferentes condições edafoclimáticas (SANTOS et al., 2020). E proporciona melhorias na estrutura e fertilidade dos solos (LIRA et al., 2011).

A cultura apresenta altos teores de óleo vegetal, da ordem de 40 a 54%. Rico em ácidos graxos insaturados, o óleo de girassol é considerado nobre e com elevado valor nutricional e com presença marcante em sua composição do ácido linoleico em torno de 69% (LIRA et al., 2011). O teor de óleo nos grãos do girassol é de suma importância para a viabilidade da produção inserida no atual mercado de biodiesel (EMBRAPA, 2007).

Com enorme potencial como planta oleaginosa, atualmente, a grande motivação para a produção de óleo de girassol é a produção de biodiesel no país. Com a finalidade diversificar a matriz energética do país e diminuir a dependência energética externa e de combustíveis fósseis, os quais são poluentes, existe um interesse crescente no uso de fontes de energias renováveis (GAZZONI, et al., 2005). Assim o cultivo girassol como fornecedora dessa matéria prima, é alternativa sustentável para produção de biocombustíveis.

A aplicação de resíduos orgânicos oriundos da agroindústria, especificamente da produção de tilápia, no cultivo de girassol, pode-se considerar como uma estratégia sustentável para aplicação desses materiais. Nesse contexto, o estudo objetiva analisar a viabilidade do uso de sedimentos gerados em tanques de produção de tilápia para o cultivo de plantas de girassol, avaliando variáveis biométricas (altura, diâmetro, número de folhas), teores relativos de clorofila e a produção de massa fresca e seca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Condições experimentais e material vegetal

A etapa de cultivo vegetal foi conduzida em casa de vegetação, ambiente isolado com estrutura coberta por nylon, situada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará campus de Maracanaú, município situado na região metropolitana de Fortaleza-CE, com clima classificado como tropical quente subúmido (FUNCEME, 2007), durante o mês de junho de 2022. Foram avaliadas variáveis de crescimento, teores relativos de clorofila e produção de matéria fresca e seca de plântulas de *Helianthus annuus* L. (girassol), cultivar BRS 323 cedidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Para a composição dos substratos de cultivo de girassol, foi utilizada areia de granulometria fina acrescida de

sedimentos de tanques de produção de *Oreochromis niloticus* (tilápia do nilo), fornecidos pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), por meio de parceria com o Laboratório de Tecnologia do Pescado no município de Pentecoste (CE).

O resíduo foi encaminhado ao Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Vegetal do IFCE, campus de Maracanaú, para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60°C para remoção de umidade. Em seguida, foi submetido à trituração fazendo uso de almofariz e pistilo para redução da granulometria, visando otimizar sua absorção como nutriente.

Adicionalmente, uma amostra do resíduo foi enviada ao Laboratório de Solos da Universidade Federal do Ceará – UFC e passou por análise dos teores de nitrogênio total seguindo o método Kjeldahl (TEDESCO *et al.*, 1995), bem como outros nutrientes.

Tabela 1. resultados analíticos de amostra de sedimento de tanques de produção de tilápia.

Table 1. Analytical results of sediment samples from tilapia production tanks.

Sedimento de Tanques		
N	25,9	
P	9,98	
P ₂ O ₅	22,9	(g/Kg)
K	24,1	
K ₂ O	29,4	
Ca	8,27	
Mg	4,90	
Fe	3769,4	
Cu	10,1	(mg/Kg)
Zn	120,4	
Mn	760,1	
pH (1:5)	7,57	
CE (1:5)	1,74	dS/m

2.2. Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, foram utilizados cinco tratamentos, sendo três concentrações de resíduos de tanques de produção de tilápia (RTT) (equivalente a 20, 40 e 160 kg de N ha⁻¹), uma concentração de fertilizante orgânico comercial (húmus) misto a 80 kg de N ha⁻¹ e um grupo controle (ausência de biofertilizante). As concentrações de RTT adotadas no presente estudo foram definidas com base na realização de experimentos preliminares (dados não publicados).

A semeadura ocorreu em vasos plásticos de 5 litros, preenchidos com areia de granulometria fina, como classifica a NBR 6.502 (ABNT, 1995). O experimento foi conduzido com cinco repetições por tratamento, sendo cada uma constituída por um vaso com cinco sementes. Foi realizada a rega diária com uso de regador manual durante os 27 dias de duração, mantendo-se a umidade próxima a 70% da capacidade de campo de cada substrato, sendo realizada verificação diária da massa de cada vaso para reposição das perdas por evapotranspiração.

Aos 7 dias após a semeadura (DAS), realizou-se o desbaste, mantendo-se cada tratamento com 5 repetições e 2 plântulas por vaso. As avaliações de crescimento foram efetuadas aos 27 DAS. A altura foi mensurada por meio de uma régua graduada desde o nível do solo até a gema apical e o diâmetro do coleto obtido por meio de paquímetro digital 150mm – Aço Inox Lee Tools Mod. 684132.

O número de folhas foi obtido mediante contagem direta em cada planta, considerando somente aquelas que se encontravam completamente expandidas. Os teores relativos de clorofila foram determinados na primeira folha completamente expandida a contar do ápice com o auxílio de medidor portátil (modelo Minolta SPAD – 502).

Aos 27 DAS realizou-se coleta destrutiva das amostras para determinação de massa fresca e seca. A massa fresca foi determinada através da pesagem realizada em balança de precisão analítica, foram mensuradas a parte aérea constituída por folhas + pecíolos + caules; as raízes e a massa fresca total (parte aérea + raízes). A massa fresca foi obtida após secagem em estufa a 80 °C até atingir material com massa constante. foram mensuradas a parte aérea constituída por folhas + pecíolos + caules; as raízes e a massa seca total (parte aérea + raízes).

Ao fim da fase de cultivo das plantas, foram determinados o pH e a condutividade elétrica dos extratos de saturação dos substratos para verificar a presença de sais dissolvidos em excesso. Foram retirados aproximadamente 100g de substrato de cada vaso para a composição de uma amostra combinada das 5 repetições para cada tratamento. Amostras homogêneas de cada um dos substratos foram dispostas em água destilada na proporção de 2:1 (em volume). Após 48h foram realizadas as medições utilizando um medidor de pH digital e um condutivímetro. A Tabela 2, apresenta os resultados dos ensaios de pH e condutividade elétrica para cada tratamento ao término do período de cultivo.

Tabela 2. pH e condutividade dos substratos de plântulas de girassol submetidas a diferentes concentrações de N a partir de resíduos de tanques de tilápia, além de fertilizante comercial misto a 80 kg de N ha⁻¹ e areia ao término do período de cultivo.

Table 2. pH and conductivity of sunflower seedling substrates subjected to different concentrations of N from tilapia tank waste, in addition to mixed commercial fertilizer at 80 kg of N ha⁻¹ and sand at the end of the cultivation period.

Tratamento	pH	Condutividade (DS.m ⁻¹)
Areia	6,10	0,045
Húmus	6,12	0,057
RTT 20	6,36	0,054
RTT 40	6,22	0,102
RTT 160	6,26	0,221

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) utilizando o software *SigmaPlot* versão 11.0.

3. RESULTADOS

3.1. Variáveis de crescimento e teores relativos de clorofila

Aos 27 dias após a semeadura (DAS), observou-se nos tratamentos contendo resíduos de tanques de produção de tilápia (RTT) um maior crescimento em relação aos tratamentos areia e fertilizante comercial (Figura 1).

Para a altura, aos 27 DAS (Tabela 3), os tratamentos a 20, 40 e 160 kg N ha⁻¹ diferiram estatisticamente entre si e apresentaram os maiores valores, sendo o tratamento 160 kg N ha⁻¹ o maior deles com média 22,24 cm, enquanto os menores valores são observados no tratamento de fertilizante comercial e areia, atingindo valor médio de 9,50 cm. O grupo fertilizado a 160 kg N ha⁻¹ foi aproximadamente 134% maior que a média dos grupos do tratamento de fertilizante comercial (húmus) e areia.



Figura 1. Plântulas de girassol aos 27 DAS em vasos contendo: areia (1), areia + húmus comercial (2), areia + RTT à 20 (3), 40 (4) e 160 (5) kg de N ha⁻¹.

Figure 1. Sunflower seedlings at 27 DAS in pots containing: sand (1), sand + commercial humus (2), sand + RTT at 20 (3), 40 (4) and 160 (5) kg of N ha⁻¹.

Em relação ao diâmetro do caule, aos 27 DAS (Tabela 3), os grupos suplementados com RTT apresentaram maiores valores e diferiram estatisticamente entre si. O tratamento a 160 kg N ha⁻¹ se destacou com média de 5,85 mm, foi aproximadamente 95,52% maior que os grupos fertilizante comercial (húmus) e areia, que não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram média de 2,99 mm.

Para o número de folhas, aos 27 DAS (Tabela 3), os maiores valores obtidos apresentaram-se nos grupos suplementados com RTT (20, 40 e 160 kg N ha⁻¹) que diferiram estatisticamente entre si. O tratamento a 160 kg N ha⁻¹ se destacou com média de 10 folhas e foi aproximadamente 150 % maior que os grupos fertilizante comercial (húmus) e areia, que não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram média de 4 folhas.

Aos 27 DAS (Tabela 3), os teores relativos de clorofila apresentaram valores superiores para os tratamentos suplementados com RTT, com destaque para o grupo a 160 kg N ha⁻¹, que apresentou valor médio de 33,30 (unidades arbitrárias) e foi 56,85% maior que a média dos valores

observados nos tratamentos de fertilizante comercial e areia, que resultaram em valor médio de 21,23. Todos os grupos diferiram estatisticamente entre si.

3.2. Produção de massa fresca

Em relação à massa fresca da parte aérea (Figura 2A), os grupos suplementados com RTT apresentaram maiores valores e diferiram estatisticamente entre si. O tratamento a 160 kg N ha⁻¹ se destacou com média de 13,467 (g planta⁻¹), foi aproximadamente 10 vezes maior que os grupos fertilizante comercial (húmus) e areia, que não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram média de 1,358 (g planta⁻¹).

Para a massa fresca da raiz (MFR) (Figura 2B) apresentou maiores médias para os grupos acrescidos de RTT, sendo o tratamento a 160 kg N ha⁻¹ o que mais se destacou com média de 4,160 (g planta⁻¹). Para a massa fresca total (MFT) (Figura 2C), assim como foi observado para a MFR e a MFPA, novamente os tratamentos adubados com RTT se destacaram, o tratamento a 160 kg N ha⁻¹ apresentou maior média com 17,627 (g planta⁻¹) e foi aproximadamente 9 vezes maior que os tratamentos com fertilizante comercial (húmus) e areia.

3.3. Produção de massa seca

Em relação à massa seca da parte aérea (MSPA) (Figura 3A), os grupos suplementados com RTT apresentaram maiores valores e diferiram estatisticamente entre si. O tratamento a 160 kg N ha⁻¹ se destacou com média de 1,528 (g planta⁻¹), foi aproximadamente 8,8 vezes maior que os grupos fertilizante comercial (húmus) e areia, que não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram média de 0,173 (g planta⁻¹).

A massa seca da raiz (MSR) (Figura 3B) apresentou maiores médias para os grupos acrescidos de RTT, sendo o tratamento a 160 kg N ha⁻¹ o que mais se destacou com média de 0,353 (g planta⁻¹). Para a variável massa seca total (MST) (Figura 3C), assim como foi observado para a MSR e a MSPA, houve a presença de melhores valores para os vasos das contendo substrato com RTT, o tratamento a 160 kg N ha⁻¹ novamente apresentou maior média com 1,882 (g planta⁻¹) e foi aproximadamente 8,4 vezes maior que os tratamentos com fertilizante comercial (húmus) e areia.

Tabela 3. Altura (cm planta⁻¹), diâmetro caulinar (mm planta⁻¹), número de folhas e teores relativos de clorofila (unidades arbitrárias) de plântulas de girassol, aos 27 DAS, submetidas a diferentes concentrações de N a partir de resíduos de tanques de tilápia, além de fertilizante comercial misto a 80 kg de N ha⁻¹ e areia. As colunas representam os valores das médias de 5 repetições ± desvio padrão. Valores seguidos por letras distintas numa mesma coluna representam diferenças estatísticas entre os tratamentos, de acordo com teste de Tukey (p ≤ 0,05). Para cada variável foi realizada uma análise estatística independente.

Table 3. Height (cm plant⁻¹), stem diameter (mm plant⁻¹), number of leaves and relative chlorophyll content (arbitrary units) of sunflower plants, at 27 DAS, subjected to different concentrations of N from waste from tilapia tanks, in addition to commercial fertilizer mixed at 80 kg N ha⁻¹ and sand. The columns represent the average values of 5 repetitions ± standard deviation. Values followed by different letters in the same column represent statistical differences between treatments, according to the Tukey test (p ≤ 0.05). An independent statistical analysis was performed for each variable.

Tratamento	Altura (cm planta ⁻¹)	Diâmetro (mm planta ⁻¹)	Número de folhas	Clorofila (UA)
Areia	9,245 ^d ± 0,272	2,960 ^d ± 0,035	4,00 ^d ± 0,00	20,720 ^e ± 0,217
Húmus	9,760 ^d ± 0,251	3,022 ^d ± 0,030	4,00 ^d ± 0,00	21,740 ^d ± 0,270
RTT 20	10,800 ^c ± 0,367	3,266 ^c ± 0,054	6,00 ^c ± 0,00	24,920 ^c ± 0,349
RTT 40	14,020 ^b ± 0,319	3,714 ^b ± 0,094	7,00 ^b ± 0,00	26,275 ^b ± 0,083
RTT 160	22,240 ^a ± 0,841	5,848 ^a ± 0,074	10,00 ^a ± 0,00	33,300 ^a ± 0,636

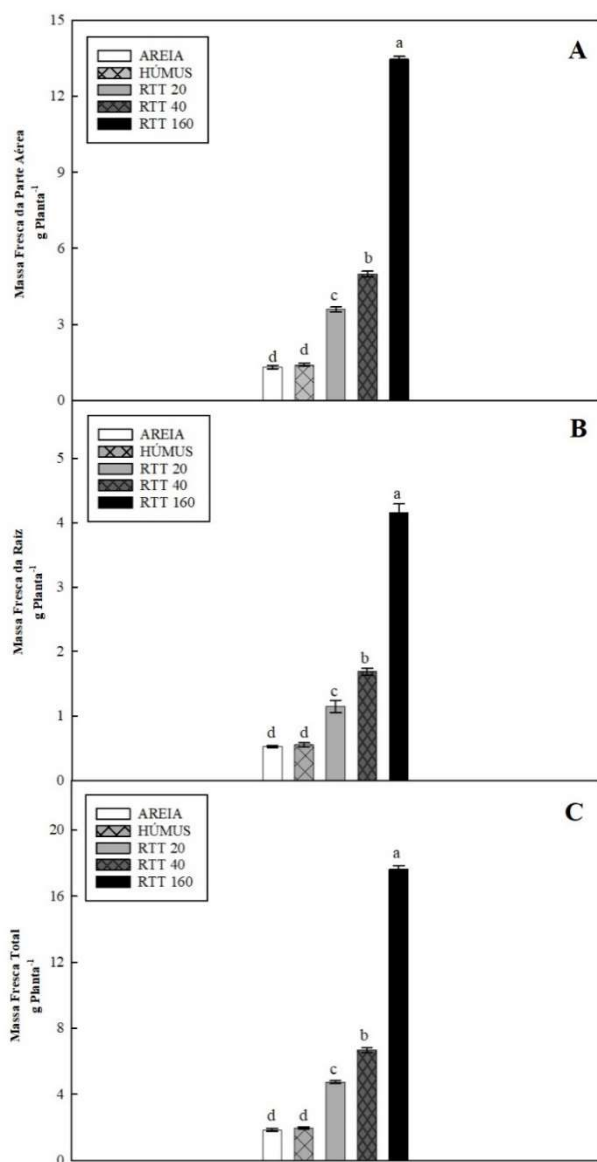


Figura 2. Massa fresca da parte aérea (A), raiz (B) e total (C) de plântulas de girassol aos 27 DAS, submetidas a diferentes concentrações de N a partir de resíduos de tanques de tilápia, além de fertilizante comercial misto a 80 kg de N ha⁻¹ e areia. As barras representam os valores das médias de 5 repetições \pm desvio padrão. Valores seguidos por letras distintas representam diferenças estatísticas entre os tratamentos, de acordo com teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para cada variável foi realizada uma análise estatística independente.

Figure 2. Fresh mass of the shoot (A), root (B) and total (C) of sunflower seedlings at 27 DAS, subjected to different concentrations of N from waste from tilapia tanks, in addition to commercial fertilizer mixed with 80 kg of N ha⁻¹ and sand. The bars represent the average values of 5 repetitions \pm standard deviation. Values followed by different letters represent statistical differences between treatments, according to Tukey's test ($p \leq 0.05$). An independent statistical analysis was performed for each variable.

4. DISCUSSÃO

4.1. Variáveis de crescimento e teores relativos de clorofila

Para a altura, os resultados obtidos corroboram com Zaitun *et al.* (2019), que aplicaram a rega de resíduos de peixes de água doce como fertilizante orgânico líquido para o cultivo de plantas de alface, os resultados indicaram que a rega da

alface com o líquido quatro vezes por semana teve potencial para aumentar a altura das plantas.

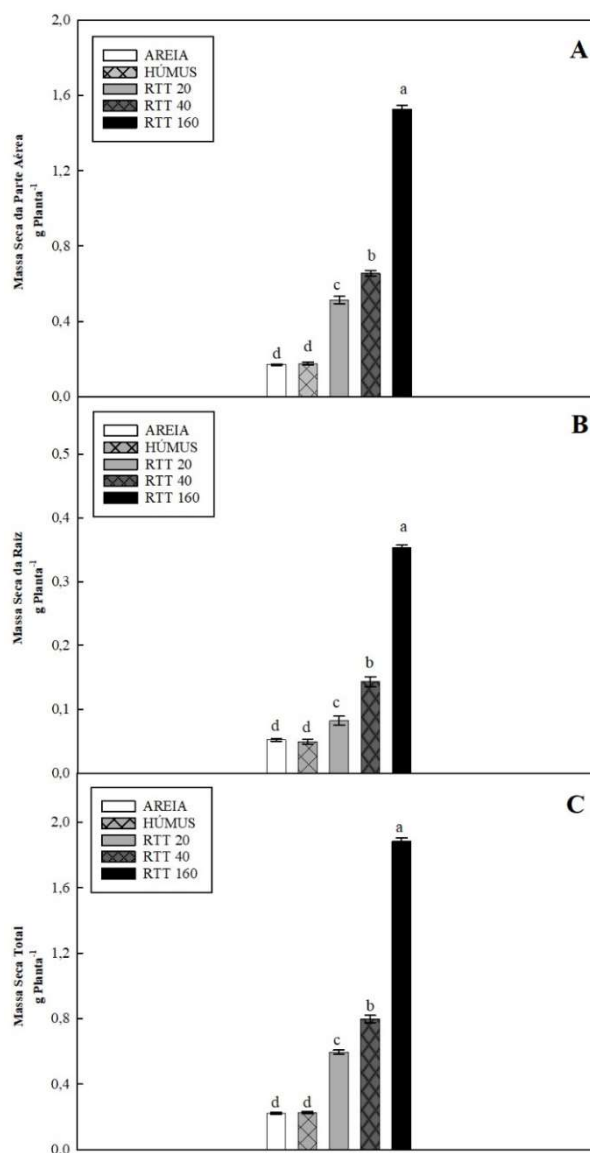


Figura 3. Massa seca da parte aérea (A), raiz (B) e total (C) de plântulas de girassol aos 27 DAS, submetidas a diferentes concentrações de N a partir de resíduos de tanques de tilápia, além de fertilizante comercial misto a 80 kg de N ha⁻¹ e areia. As barras representam os valores das médias de 5 repetições \pm desvio padrão. Valores seguidos por letras distintas representam diferenças estatísticas entre os tratamentos, de acordo com teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para cada variável foi realizada uma análise estatística independente.

Figure 3. Dry mass of the shoot (A), root (B) and total (C) of sunflower seedlings at 27 DAS, subjected to different concentrations of N from waste from tilapia tanks, in addition to commercial fertilizer mixed with 80 kg of N ha⁻¹ and sand. The bars represent the average values of 5 repetitions \pm standard deviation. Values followed by different letters represent statistical differences between treatments, according to Tukey's test ($p \leq 0.05$). An independent statistical analysis was performed for each variable.

Em relação ao diâmetro do caule, o tratamento a 160 kg N ha⁻¹ se destacou em relação aos demais. Semelhantemente Moura *et al.* (2017) estudaram a aplicação de biofertilizante produzido por um protótipo de biodigestor indiano aplicado ao cultivo de girassóis, e observaram os tratamentos a 120 e

80 kg N ha⁻¹ promoveram os maiores aumentos nas variáveis analisadas, como o diâmetro caulinar. Silva; Nascimento (2020) aplicaram de efluente de fossa no cultivo de girassol e observaram incremento no diâmetro do caule das plantas.

Para o número de folhas, os resultados se assemelham à Paludo; Prior (2014) que observaram acréscimo ao número de folhas de plântulas de beterraba suplementadas com resíduos sólidos de biodigestor, sendo a maior média para o substrato a 100% do resíduo. Ainda, Silva; Nascimento (2020) estudaram a aplicação de efluente de fossa no cultivo de plantas de girassol, verificando que o número de folhas se mostrou superior aos demais tratamentos.

Os teores relativos de clorofila apresentaram valores superiores para os tratamentos suplementados com RTT. Semelhantemente Brito et al. (2018) observaram incremento aos teores relativos de clorofila de plantas de girassol suplementadas com resíduo de algas arribadas, com destaque para o tratamento à 150% da recomendação de nitrogênio. Leonardo et al. (2013) demonstraram em seu trabalho a relação entre N e a clorofila, o nitrogênio trata-se de um dos elementos utilizados na síntese de clorofila, correlacionando-se positivamente com o rendimento das culturas.

4.2. Produção de massa fresca

Os resultados de massa fresca da parte aérea, os grupos suplementados com RTT apresentaram maiores valores e diferiram estatisticamente entre si. Validando estes resultados, Araújo et al. (2022) verificaram incremento nos resultados de MFPA de plantas de alface roxa cultivadas sob aplicação esterco bovino. Semelhantemente, Lacerda et al. (2022) observaram incremento significativo da MSPA na produção da alface sob adubação orgânica contendo 100% de esterco bovino.

Para a massa fresca da raiz (MFR), os resultados corroboram com Araújo et al. (2022) que aplicaram esterco bovino no cultivo de alface roxa e verificaram incremento nos resultados de MFR. Complementarmente, Lacerda et al. (2022) estudaram a aplicação de esterco bovino no cultivo de alface e verificaram resultados superiores tanto na MFR, como na MFT. Ainda, Almeida et al. (2019) observaram incrementos nos valores de MFPA, MFR e MFT de plântulas de mamona acrescidas de casca de amendoim.

4.3. Produção de massa seca

A massa seca da parte aérea (MSPA) é um importante parâmetro morfológico para avaliação do crescimento e produção vegetal (Peixoto et al., 2020), verificou-se efeito significativo da suplementação com RTT nos resultados deste indicador. Os resultados obtidos corroboram com os obtidos por Leal et al. (2016), onde verificaram que maiores valores de MSPA em plântulas de *Cassia grandis* L. f. suplementadas com terra vegetal + fibra de coco, acarretando em uma produção de 1,2 (g planta⁻¹). Ainda, Novaes et al. (2021) constataram maior MSPA em plantas de rúcula e coentro quando cultivadas com esterco bovino.

A massa seca da raiz (MSR) apresentou maiores médias para os grupos acrescidos de RTT. Corroborando com estes resultados, Costa et al. (2021) verificaram resultados superiores de MSR em nas plantas suplementadas com Resíduo de Suplemento Animal (RSA) em diferentes granulometrias, obtendo valores 6 e 5 vezes superiores às médias dos tratamentos areia e húmus. Em contrariedade aos

resultados, Silva et al. (2022) verificaram que plantas de rúcula cultivadas com húmus de minhoca resultaram maior acúmulo de MSR, em relação àquelas cultivadas com esterco bovino e ovino. Já Silva et al. (2019), não verificaram diferença estatística destes compostos sobre a MSR em plantas de pimenta e pimentão.

Para a variável massa seca total (MST) os resultados obtidos são validados por Nogueira et al. (2012), obtiveram maiores valores de massa seca total de plântulas de *Mimosa caesalpiniiifolia*, ao utilizarem o substrato fibra de coco. Ainda Costa et al. (2021) verificaram resultados superiores de MST, MSR e MSPA em plântulas de girassol acrescidas de diferentes granulometrias de RSA.

5. CONCLUSÕES

As plantas cultivadas sob suplementação com resíduos de tanques de tilápia (RTT) apresentaram maiores valores para as variáveis de crescimento analisadas em relação aos tratamentos húmus (fertilizante comercial) e areia. Ressalta-se como destaque o tratamento suplementado à 160 kg N ha⁻¹ que demonstrou os resultados mais expressivos. Dessa forma, a utilização de RTT para fertilização orgânica mostrou-se viável para a nutrição vegetal. Caracterizando-se como um aproveitamento e destinação sustentável para esses resíduos. Ademais, aponta-se como possíveis trabalhos futuros a avaliação da aplicação de RTT na produtividade de girassol, conduzindo experimentos com maior período de duração, até a etapa de produção da referida espécie.

6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.B.B.; MOURA, L.F.; COSTA, F.R.S.; ARRUDA, J.F.; SENA, L.M.; GONDIM, F.A. Avaliação das características germinativas e de crescimento em mamoneira cultivada em diferentes resíduos orgânicos agroindustriais. **Holos**, Ano 35, v. 6, e7572, 2019.
- ARAÚJO, J. L. M. R. de .; WANDERLEY, M. J. A. .; FERRAZ , R. L. de S. .; MACHADO, T. S. . Purple lettuce (*Lactuca sativa* L.) performance in response to different doses of bovine manure, grown in PET bottles. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, e9411427070, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27070>
- BRITO, P. O. B.; FERREIRA, G. D. S.; ADERALDO, F. I. C.; BRAGA, J. D. F.; SOUZA, J. N. de; GONDIM, F. A. Crescimento e teores relativos de clorofila em plantas de girassol suplementadas com algas mistas, *Hypnea pseudomusciformis* ou *Ulva fasciata*. **Nativa**, v. 8, n. 4, p. 533-537, 2020. <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i4.9244>
- BRITO, P. O. B.; MARTINS, K.; BARBOSA, R.M.; ARRUDA, J. F.; CARNEIRO, P. B. M.; GONDIM, F.A. Relative chlorophyll content and concentration of inorganic solutes in sunflowers plants supplemented with marine macroalgae organic. **Revista Ceres**, v. 65, n. 05 pp. 395-401, 2018. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865050003>
- CHAMBO, A. P. S. **Aproveitamento do resíduo de filetagem da tilápia do nilo para produção de farinhas com potencial aplicação na alimentação humana**. 80f. Tese [Doutorado em Zootecnia] - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.
- COSTA, F. R. da S. .; MOURA, L. F. de; ALBUQUERQUE, L. de B.; LIMA, T. de A.; BRITO, P. O. B. de .;

- GONDIM, F. A. Plant growth and enzyme activities of sunflower seedlings under drought stress cultivated with industrial waste in different particle sizes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 4, p. 358-365, 2021. <https://doi.org/10.18378/rvads.v16i4.9007>
- DO NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015. <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150116>
- EMBRAPA. **Informes da avaliação de genótipos de girassol 2005/2006 e 2006**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 120p. (Documentos, 285)
- FONSECA, C. **Potencial bioquímico de biogás de resíduo de filetagem de tilápia oreochromis niloticus**. 54f. Dissertação [Mestrado em Tecnologias Ambientais] – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.
- GAZZONI, D.; FELICI, P. H.; CORONATO, R. M.; RALISCH, R. Balanço energético das culturas de soja e girassol para produção de biodiesel. **Biomassa & Energia**, v. 2, p. 259-265, 2005.
- GOUBEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 1503-1510, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600014>
- HIGASHIKAWA, F. S.; CANTÚ, R. R.; KURTZ, C.; GONÇALVES, P. A. S.; VIEIRA NETO, J. Aplicações anuais de adubação mineral e orgânica em plantio direto de cebola: efeito no rendimento e na fertilidade do solo. **Revista Thema**, v. 21, n. 1, p. 130-153, 2022. <https://doi.org/10.15536/thema.V21.2022.130-153.2490>
- HUSSAR, G.J.; PARADELA, A. L.; SAKAMOTO, Y.; JONAS, T.C.; ABRAMO, A. L. Aplicação da água de escoamento de tanque de piscicultura na irrigação da alface: Aspectos nutricionais. **Revista Ecosistema**, v. 27, n. 2, p. 49-52, 2006.
- IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal. **Dados do SIDRA, 2020**. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2020>. Acesso em: 19 de dezembro de 2022.
- LACERDA, S. M. P.; NORONHA, R. H. de F.; OLIVEIRA DA SILVA, J.; ROCHA, F. A.; DOS SANTOS LISBOA, G.; OLIVEIRA DA SILVA, T.; DE AMORIM SILVA, V.; DE LIMA SILVA, N. Esterco bovino e casca de café na produção da alface (*Lactuca sativa* L.). **Conjecturas**, v. 22, n. 11, p. 836-849, 2022. <https://doi.org/10.53660/CONJ-1460-2A10>
- LEAL, C. C. P.; TORRES, S. B.; BRITO, A. A. F. de; FREITAS, R. M. O. de; NOGUEIRA, N. W. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Cassia grandis* L. f. em função de diferentes substratos. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 727-734, 2016. <https://doi.org/10.5902/1980509824196>
- LEONARDO, F. A. P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. M.; COSTA, J. P. Teor de clorofila e índice spad no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 377-383, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200006>
- LIRA, M. A.; CARVALHO, H. W. L.; CHAGAS, M. C. M.; BRISTOT, G.; DANTAS, J. A.; LIMA, J. M. P. **Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido nordestino**. Natal - RN: EMPARN, 2011. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/EMPARN/DOC/DOC000000000000381.PDF>. Acesso em: 19 de dezembro de 2022.
- MELO, V.; MAIA, S.; MEDEIROS, W.; GOMIDE, P.; UCHÔA, S.; SOUZA, F.; DUARTE, D. Sedimentos de tanque de piscicultura na produção de cenoura em sucessão com feijão-caupi. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 5, p. 68-76, 2022. <https://doi.org/10.32406/v5n1/2022/68-76/agrariacad>
- MONTEIRO, M. L. G. **Aproveitamento de resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para elaboração de novos produtos com valor agregado**. 177f. Tese [Doutorado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal] - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.
- MOURA, L. F.; TEIXEIRA, P. F. S.; GONDIM, F. A.; NUNES JUNIOR, F. H.; BARBOSA, R. F.; ARRUDA, J. F.; ALBIERO, D.; ALEXANDRIA, A. R. Viability of biofertilizer produced by an Indian biogas digester prototype applied to sunflower plants. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, p. 253-264, 2017.
- NOGUEIRA, N. W.; RIBEIRO, M. C. C.; FREITAS, R. M. O.; MATUOKA, M. Y.; SOUSA, V. F. L. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em função de diferentes substratos. **Revista Agroambiente**, v. 6, n. 1, p.17-24, 2012.
- NOVAES, A. P. da S., MACHADO, J. P., Braulio, C. da S., Oliveira, L. da P., Novaes, A. C. da S., Silva, L. C. V. & Quintela, M. P. Fontes de adubação orgânica no consórcio de coentro e rúcula em Cruz das Almas - BA. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. 1-10, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.20548>
- PARAJARA, F. C. **Compostagem de resíduos orgânicos e a influência da utilização do composto sobre a produção de mudas de *Cedrella fissilis* Vell., visando o uso em restauração ecológica de área degradada**. 85f. Tese [Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente] - Instituto de Botânica da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, São Paulo, 2020.
- PEDROZA, M. X. F.; RIBEIRO, V. S.; ROCHA, H. S.; UMMUS, M. E.; VALE, T. M. **Caracterização da cadeia produtiva da tilápia nos principais polos de produção do Brasil**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2020. 49p.
- PEDROZA M. X. F.; ROUTLEDGE E. A. B. **Intensificação Produtiva da Aquicultura Brasileira e Novas Demandas Tecnológicas**. Palmas: EMBRAPA, 2016. 14p. (Nota técnica AGROPENSA/EMBRAPA)
- PEIXOTO, C. P.; ALMEIDA, A. T.; SANTOS, J. M. da S. dos; POELKING, V. G. de C.; OLIVEIRA, E. R. 2020. **Curso de Fisiologia vegetal**. UFRB. Disponível em: <https://www2.ufrb.edu.br/mapeneo/documentos?download=5:curso-fisiologia-vegetal>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2023.
- REZENDE, J. S. **Uso de resíduos orgânicos na composição de substratos alternativos para a produção de mudas**. 2010. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) Universidade Federal de

Uberlândia, Uberlândia. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/12131/1/Diss%20Josielle.pdf>. Acesso em: 19 de dezembro de 2022.

- SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2 p. 195-212, 2018. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>
- SANTOS, J.; PEIXOTO, C.; SILVA, M.; ALMEIDA, A.; CASTRO, A.; POELKING, V.; OLIVEIRA, E. R. Características agrônomicas do girassol em consórcio no sistema ILP. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, p. 10481-10493, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-714>.
- SANTOS, D. R.; PINHEIRO, R. A.; SILVA, J. E.; SOUSA, T. A.; BARROS, R. P. Resposta do desempenho da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L., Asteraceae) cultivados com esterno aviário em vaso. **Revista Ambientale**, v. 12, n. 2, p. 32-39, 2020.
- SILVA, G. F.; MACIEL, L. M.; DALMASS, M. V.; GONÇALVES, M. T. **Tilápia-do-nilo: criação e cultivo em viveiros no estado do Paraná**. Curitiba: GIA, 2015. 290p.
- SILVA, L. C. V. ; SOUZA, G. S. de ; SANTOS, A. R. dos ; BRAULIO, C. da S. ; BRITO, G. S. ; OLIVEIRA, A. S. ; MACHADO, J. P. ; SOUZA, E. de S. . Arugula phytomass yields in different light environments and organic substrates. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, e3211830097, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i8.30097>
- SILVA, L. P. da.; DE OLIVEIRA, A. C.; ALVES, N. F.; DA SILVA, V. L.; SILVA, T. I. da. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 3, p. 104-115, 2019.
- SILVA, P. V. S. R.; NASCIMENTO, P. dos S. Sunflower biometrics and chemical salinity attributes of soil irrigated with waters of different qualities. **Revista Ambiente & Água**, v. 15, n. 4, e2499, 2020. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2499>
- SOUSA, J. R. **Influência da utilização do lixo orgânico urbano como fonte de biofertilizante e composto para o desenvolvimento de ipê-mirim (Tecoma stans) com duas lâminas de irrigação**. 75f. Tese [Doutorado em Agronomia: Ciência do Solo] - Universidade Estadual Paulista, 2012.
- SOUZA, F.; SILVA, I.; PELLIN, D.; BERGAMIN, A.; SILVA, R. Características agrônomicas do cultivo de girassol consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 46, p. 110-116, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902015000100013>
- VIDOTTI, R. M.; LOPES, I. G. Resíduos Orgânicos Gerados na Piscicultura. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 13, p. 1-6, 2016.
- ZAITUN; HALIM, A.; RAHYA, S. Utilization of liquid waste from freshwater fish cultivation in bioreactors batch culture system and biochar to increase lettuce plant production (*Lactuca sativa* L.). **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 399, e012126, 2019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/399/1/012126>.

Agradecimentos: A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelas bolsas concedidas. Ao Departamento Nacional de Obras Contradas pelo apoio no desenvolvimento do estudo.

Contribuição dos autores: Ambos os autores estiveram envolvidos em todas as etapas do artigo e leram e concordaram do artigo e concordaram com a versão final do manuscrito.

Financiamento: Não se aplica.

Revisão por comitê institucional: Não se aplica.

Comitê de Ética: Não se aplica.

Disponibilização de dados: Os dados do estudo poderão ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente via e-mail.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses. As entidades de apoio não tiveram qualquer papel na concepção do estudo; na coleta, análise ou interpretação de dados; na redação do manuscrito ou na decisão de publicação dos resultados.