

VALORIZAÇÃO AGRÍCOLA DE DIGESTATO ANAERÓBIO: IMPACTOS NO SOLO E NO CRESCIMENTO DO MILHO

Bruno Eduardo Lopes Sousa¹, Rafaela Batista Magalhães², Thamires Nascimento de Oliveira³, Josué Rodrigues Barroso⁴, Helon Hébano de Freitas Sousa⁵, Jaedson Cláudio Anunciato Mota⁵

RESUMO: Este trabalho avaliou o uso de digestato de resíduos alimentares, obtido por digestão anaeróbia, como fertilizante alternativo na cultura do milho (*Zea mays*). O experimento foi realizado em casa de vegetação, com diferentes combinações de digestato e fertilizantes minerais. Foram analisadas variáveis como altura da planta, número de folhas, diâmetro do caule e índice de clorofila. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por 6 tratamentos com 4 repetições cada, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes proporções de fertilizante mineral, sendo que: T1: Controle (sem fertilizante), T2: 100% fertilizante mineral, T3: 75% fertilizante mineral + 25% digestato líquido, T4: 50% fertilizante mineral + 50% digestato líquido, T5: 25% fertilizante mineral + 75% digestato líquido, T6: 100% digestato líquido. Os resultados mostraram que a combinação de digestato com fertilizante mineral, especialmente na proporção 50% de cada, promoveu melhor desenvolvimento das plantas em comparação ao uso isolado de fertilizante mineral ou digestato. O uso do digestato melhora a qualidade do solo e pode reduzir a dependência de fertilizantes químicos, sendo uma alternativa sustentável para a agricultura.

PALAVRAS-CHAVE: Biofertilizante, *Zea Mays*, Resíduos alimentares

ABSTRACT: This study evaluated the use of food waste digestate, obtained through anaerobic digestion, as an alternative fertilizer for maize (*Zea mays*) cultivation. The experiment was conducted in a greenhouse using different combinations of digestate and mineral fertilizers. Variables such as plant height, number of leaves, stem diameter, and chlorophyll index were analyzed. A completely randomized design was used, consisting of six treatments with four

¹ Doutorando em Ciência do Solo, UFC, Fortaleza, Ceará. Email: brunoeduardo.lopass@gmail.com.br

² Pesquisadora visitante e pós-doutoranda em Ciência do Solo, UFC, Fortaleza, Ceará.

³ Graduanda em Zootecnia, UFC, Fortaleza, Ceará.

⁴ Doutorando em Ciência do Solo, UFC, Fortaleza, Ceará. Graduanda

⁵ Prof. Doutor, Departamento de Ciência do Solo, UFC, Fortaleza, Ceará.

replications each, totaling 24 experimental units. The treatments included different proportions of mineral fertilizer: T1: Control (no fertilizer), T2: 100% mineral fertilizer, T3: 75% mineral fertilizer + 25% liquid digestate, T4: 50% mineral fertilizer + 50% liquid digestate, T5: 25% mineral fertilizer + 75% liquid digestate, and T6: 100% liquid digestate. Results showed that the combination of digestate with mineral fertilizer, especially at a 50:50 ratio, promoted better plant development compared to the isolated use of either mineral fertilizer or digestate. The use of digestate improves soil quality and can reduce dependence on chemical fertilizers, presenting a sustainable alternative for agriculture.

KEYWORDS: Biofertilizer, *Zea mays*, Food waste

INTRODUÇÃO

A intensificação da produção de alimentos, aliada a elevadas taxas de desperdício, pode resultar em impactos ambientais significativos, incluindo a liberação de gases de efeito estufa e a formação de lixiviados que apresentam potencial de contaminação dos lençóis freáticos. Uma alternativa sustentável para o manejo desses resíduos consiste em sua degradação por meio de digestão anaeróbia, um processo que gera subprodutos com potencial para aplicações energéticas e agrícolas (Zapałowska & Jarecki, 2024).

A demanda global por fertilizantes essenciais como nitrogênio, potássio e fósforo (NPK) tem aumentado de forma contínua ao longo dos anos, contudo, assim como outras matérias-primas, as reservas naturais desses nutrientes são limitadas e tendem a se esgotar com o tempo (Li et al. 2023).

Nesse contexto, a utilização desses resíduos fermentados surge como uma alternativa sustentável, pois pode ser aplicado diretamente ao solo ou tratado por diferentes métodos, ampliando suas possibilidades de uso, além de permitir reciclagem eficiente de nutrientes e pode, inclusive, gerar renda adicional no mercado de fertilizantes orgânicos, possibilitando sua utilização na agricultura. Este trabalho investigará o potencial do digestato de resíduos alimentares, obtido por digestão anaeróbia, para ser utilizado como fertilizante. Para isso, serão comparados os efeitos de diferentes doses de digestato com fertilizantes minerais convencionais no crescimento de plantas de milho (*Zea mays*).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici. O local possui as coordenadas geográficas de Latitude 3°44'34.87'' (S) e Longitude 38°34'31.34'' (W) e está situado no município de Fortaleza, Ceará. O clima é caracterizado como tropical quente subúmido, apresentando temperaturas que variam de 26 a 28 °C. (IPECE, 2017).

O experimento foi conduzido em vasos de 15 litros (altura aproximada de 28 cm), com 5 sementes por vaso. Foram realizados três desbastes: o primeiro, sete dias após a emergência, deixando as 4 plantas mais vigorosas; o segundo e o terceiro desbaste foram realizados até restarem apenas 2 plantas por vaso, aos 15 dias. As plantas foram cultivadas até o final do estágio fenológico V7.

O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado, composto por 6 tratamentos com 4 repetições cada, totalizando 24 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes proporções de fertilizante mineral, sendo que: T1: Controle (sem fertilizante), T2: 100% fertilizante mineral, T3: 75% fertilizante mineral + 25% digestato líquido, T4: 50% fertilizante mineral + 50% digestato líquido, T5: 25% fertilizante mineral + 75% digestato líquido, T6: 100% digestato líquido.

A dose de fertilizante foi definida com base na análise do digestato, considerando a disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio. A adubação foi realizada seguindo as recomendações de adubação para a cultura do milho propostas pela 5ª Aproximação das Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (1999), utilizando-se 120 kg/ha, 90 kg/ha e 70 kg/ha de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. Os fertilizantes minerais utilizados foram ureia, superfosfato triplo, cloreto de potássio. As plantas foram avaliadas semanalmente por meio das seguintes variáveis biométricas: Altura da planta (AP), Número de folhas (NF), Diâmetro do caule (DC), Índice de clorofila.

Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram avaliados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância e, submetidos a testes Tukey ($p < 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software SAS® OnDemand for Academics (SAS Institute Inc., 2023), utilizando os procedimentos PROC GLM e PROC REG para avaliar, respectivamente, os efeitos das frações e das doses. Os gráficos foram elaborados com o software SigmaPlot®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram maiores valores para diâmetro de caule quando se utilizou 75% digestato líquido e 25% fertilizante mineral, sendo que esses valores foram semelhantes a 50% digestato líquido + 50% fertilizante mineral e 75% fertilizante mineral + 25 % digestato líquido, de forma que esses valores diferiram estaticamente dos outros tratamentos (Figura 1A).

Houve aumento significativo na altura de plantas, número de folha e índice de clorofila quando se utilizou a combinação de 50% digestato líquido + 50% fertilizante mineral, (Figuras 1B, 1C, 1D, respectivamente) onde os valores diferiram estaticamente do tratamento controle. Taj et al. 2023 apoiaram o impacto positivo dos fertilizantes orgânicos nas propriedades físico-químicas dos solos, aumentando a matéria orgânica e melhorando o pH do solo. Esses atributos permitem que os biofertilizantes melhorem a saúde do solo e restaurem a fertilidade normal por meio de efeitos positivos nas qualidades físicas, químicas e biológicas do sistema do solo, estimulando assim o crescimento das plantas (Zilio et al 2023).

O diâmetro de caule foi influenciado devido aos benefícios dos digestato utilizado como biofertilizante aliado a fertilizantes minerais, já que possuem a capacidade de aumentar a concentração no solo de macronutrientes responsáveis pelo desenvolvimento do caule (N), fortalecimento do caule (P) e fortalecimento do tecido celular, auxiliando no desenvolvimento do caule. A aplicação de digestato como fertilizante possibilitou maior altura de plantas e número de folhas já que melhorou as propriedades químicas e biológicas do solo, no qual aumentou a concentração de nutrientes essenciais (NPK), aumentou a diversidade de microorganismos benéficos e possibilitou maior aporte de matéria orgânica e substâncias húmicas, permitindo efeitos positivos no desenvolvimento e crescimento das plantas (Li et al. 2023).

O uso de digestato aliado a fertilizante mineral possibilitou a liberação lenta e controlada de nitrogênio e dessa forma permitiu maior índice de clorofila nas plantas de milho, como relatado por Uddin et al. 2023 onde observaram que a fertilização com nitrogênio eleva o conteúdo de clorofila nas folhas do milho, resultando em melhorias significativas nos componentes do rendimento, rendimento geral e qualidade dos grãos. Rostami et al. 2021 confirmaram que o uso de biofertilizantes amplifica notavelmente o conteúdo de clorofila e outros parâmetros biométricos nas plantas.

Rostami et al. 2021 confirmaram que o uso de biofertilizantes amplifica notavelmente o conteúdo de clorofila e outros parâmetros biométricos nas plantas. Hu et al. 2023 onde defenderam uma abordagem combinada para fertilização orgânica e mineral como uma

estratégia benéfica para o cultivo de milho, recomendando uma proporção de 75% de fertilizantes orgânicos para 25% de fertilizantes minerais.

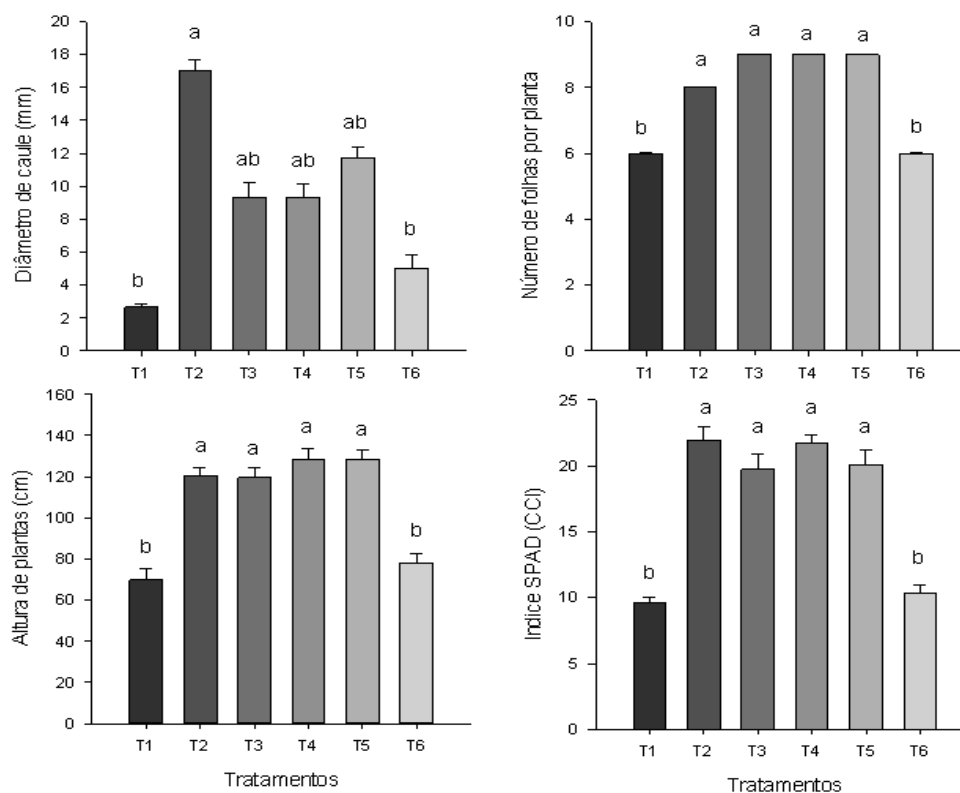


Figura 1. Diâmetro de caule (A), Altura de plantas (B), Número de folhas (C) e Índice de clorofila (D) em plantas de milho submetidas a diferentes formulações de digestato e fertilizantes minerais. Letras minúsculas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES

As formulações de digestato e fertilizantes foram eficazes na liberação de nutrientes e no crescimento das plantas de milho.

As formulações de digestato e fertilizantes promoveram maiores valores para o crescimento de plantas quando comparadas ao fertilizante mineral.

Os tratamentos T3, T4 e T5 foram os mais eficientes no fornecimento de nutrientes e crescimento das plantas de milho.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes), processos 406570/2022-1 (CNPq) e processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap), FINEP (processo n° 0122017200), Universal CNPq, Universal Funcap e CNPq pela concessão da bolsa de pós-doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hu, Y.; Li, D.; Wu, Y.; Liu, S.; Li, L.; Chen, W.; Wu, S.; Meng, Q.; Feng, H.; Siddique, K.H.M. **Mitigating greenhouse gas emissions by replacing inorganic fertilizer with organic fertilizer in wheat–maize rotation systems in China.** *J. Environ. Manag.* 2023, 344, 118494.
- Li, W.; Gu, X.; Du, Y.; Zheng, X.; Lu, S.; Cheng, Z.; Cai, W.; Chang, T. Otimização dos regimes de fertilização com nitrogênio, fósforo e potássio para melhorar a produtividade do milho sob plantio em sulco duplo com cobertura vegetal em filme plástico. *Agric. Water Manag.* 2023, 287, 108439.
- Rostami, F.; Heydari, M.; Golchin, A.; Igdellou, N.K.M. Effect of bio-fertilizers on corn (*Zea mays* L.) **growth characteristics in Cd-spiked soils.** *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 2021, 18, 2651–2660.
- Taj, A.; Bibi, H.; Akbar, W.A.; Rahim, H.U.; Iqbal, M.; Ullah, S. Effect of poultry manure and NPK compound fertilizer on soil physicochemical parameters, NPK availability, and uptake by spring maize (*Zea mays* L.) in alkaline-calcareous soil. *Gesunde Pflanz.* 2023, 75, 393–403.
- Tsachidou, B.; Scheuren, M.; Gennen, J.; Debbaut, V.; Toussaint, B.; Hissler, C.; George, I.; Delfosse, P. Biogas residues in substitution for chemical fertilizers: A comparative study on a grassland in the Walloon Region. *Sci. Total Environ.* 2019, 666, 212–225.
- Uddin, M.K.; Yeasmin, S.; Mohiuddin, K.M.; Chowdhury, M.A.H.; Saha, B.K. Peat-based organo-mineral fertilizer improves nitrogen use efficiency, soil quality, and yield of baby corn (*Zea mays* L.). *Sustainability* 2023, 15, 9086.
- Zilio, M.; Pigoli, A.; Rizzi, B.; Herrera, A.; Tambone, F.; Geromel, G.; Meers, E.; Schoumans, O.; Giordano, A.; Adani, F. Using highly stabilized digestate and digestate-derived ammonium

sulphate to replace synthetic fertilizers: The effects on soil, environment, and crop production. **Sci. Total Environ.** 2022, 815, 152919.