



AGROBIOLOGIA

AVALIAÇÃO DA ADUBAÇÃO COM DIGESTATO DE DIFERENTES MATÉRIAS-PRIMAS NO CRESCIMENTO INICIAL DO MILHO (ZEA MAYS)

Anieli de Souza Marques¹
Maria Eduarda Tinoco Xistule²
David Villas Boas de Campos³
Leonardo Duarte Batista da Silva⁴
Érika Flávia Machado Pinheiro⁵

Resumo: O milho é uma das culturas mais importantes do Brasil, com alta demanda por fertilizantes nitrogenados para maximizar a produtividade. Entretanto, a crescente escassez e os elevados custos desses insumos impulsionam a busca por alternativas sustentáveis. O digestato, subproduto da digestão anaeróbica de resíduos orgânicos, apresenta-se como uma solução promissora por ser rico em nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio. Este estudo avaliou o uso de digestatos oriundos de diferentes matérias-primas (lodo de esgoto, esterco bovino, resíduos de poda e restos de alimentos) em comparação com adubo mineral (ureia) no crescimento inicial do milho em casa de vegetação. Os resultados indicaram que os digestatos proporcionaram maior altura e massa seca das plantas em comparação ao tratamento controle e à ureia. No entanto, o uso de digestato requer mais estudos em condições de campo para validar sua eficácia na produtividade e avaliar potenciais impactos ambientais. Este trabalho sugere que o digestato é uma alternativa viável e alinhada com os princípios da economia circular, contribuindo para a sustentabilidade agrícola.

Palavras-chave: Fertilizante, biodigestão anaeróbia, biofertilizante, ureia.

¹ Doutorado em ciência, tecnologia e inovação em agropecuária/PPGCTIA; Agrobiologia; UFRRJ; anielimarques.tst@gmail.com.

² Bolsista de iniciação científica, UFRRJ; mariaeduardatx@hotmail.com

³ EMBRAPA; david.campos@embrapa.br

⁴ Professor Doutor UFRRJ; irriga@ufrj.br

⁵ Professora Doutora UFRRJ; erika.solos@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O cultivo do milho se destaca dentro do cenário brasileiro, sendo uma das principais culturas produzidas no país. A estimativa nacional do plantio do milho na temporada 2022/23 apresenta projeção de menor oferta nacional pois 38 milhões de toneladas de milho sairão do país, sendo esse volume 27% inferior do estimado (Conab, 2020).

O nitrogênio (N) é o nutriente exigido em maior quantidade pela cultura do milho, exercendo maior influência na produtividade dos grãos (Silva *et al.*, 2005). Para que a necessidade nutricional da cultura seja suprida, muitos estudos são realizados com objetivo de avaliar a eficiência de diferentes adubos minerais no desenvolvimento do milho (Mortate *et al.*, 2018). No Brasil, a adubação nitrogenada é realizada, principalmente, com ureia aplicada em superfície, sem incorporação (Frazão *et al.*, 2014).

Diante do aumento dos custos dos fertilizantes nitrogenados e de um cenário de escassez dessa fonte e de outros fertilizantes contendo potássio, fósforo, tem-se um crescimento na demanda por fontes alternativas que possam atender à demanda das culturas, levando em consideração a sustentabilidade do sistema dentro do contexto da economia circular. Assim, o tratamento de resíduos orgânicos sólidos e líquidos gerados na produção agropecuária e a possibilidade de reuso dos produtos gerados como fertilizantes orgânicos surge como alternativa capaz de atender às necessidades nutricionais de diferentes culturas (Martins *et al.*, 2015). Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU visam mitigar impactos negativos, promovendo a erradicação da pobreza, a preservação do meio ambiente e a garantia de paz e prosperidade globais, conforme as metas da Agenda 2030 (ONU, 2021). O ODS 2, que visa erradicar a fome e promover uma agricultura sustentável, está em concordância com o presente estudo, que consiste no reuso de resíduos orgânicos tratados, como o digestato como fertilizante orgânico para a cultura do milho. De acordo com suas características, o digestato pode conter nutrientes essenciais que podem atender às necessidades de diferentes culturas, funcionando assim como um fertilizante orgânico. Alguns estudos demonstram o potencial do digestato como fertilizante, apresentando rendimentos semelhantes ou superiores aos obtidos a partir do uso de fertilizantes minerais (Rebouças Neto *et al.*, 2016; Verdi *et al.*, 2019; Ferdous *et al.*, 2020).

A digestão anaeróbia é uma forma de tratamento de resíduos orgânicos que vem crescendo, haja vista que em 2021 havia 755 instalações projetadas com biodigestores em operação, refletindo um crescimento de 20% no número de instalações em relação ao ano de 2020 (CIBiogas, 2021). Esse tratamento é um processo bioquímico complexo que ocorre em meio anaeróbio, dependente da atividade conjunta de uma associação de microrganismos anaeróbios, que apresenta como produto o biogás e digestato (Kunz *et al.*, 2019).

O digestato, material residual resultante deste processo, é rico em matéria orgânica estabilizada, em nutrientes essenciais como N, P e K, podendo ter ação de fertilizante. A sua aplicação na agricultura deve ser feita com cautela, avaliando se há presença de elementos tóxicos e microrganismos patogênicos. Os estudos mostram que o digestato pode substituir o uso de fertilizantes sintéticos, de elevado custo e gasto energético, reduzindo o impacto ambiental, proporcionando a melhoria da qualidade do solo, da qualidade dos alimentos produzidos e o aumento da produtividade das culturas, contribuindo dessa forma, para a segurança alimentar. Além disso, o uso do digestato está em consonância com a economia circular, cujo sistema de produção deve sempre visar a reutilização dos produtos e de seus intermediários no ciclo de produção. Além do digestato poder contribuir na redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE), favorecendo práticas agrícolas sustentáveis e alinhadas com a resiliência climática, atendendo diretamente aos objetivos propostos pelo ODS 2.

Estudos realizados no Brasil ainda são incipientes com relação ao uso de digestato como adubo orgânico e tampouco abordam a respeito das doses de aplicação e dos efeitos nas propriedades químicas, físicas e biológicas no solo (Rebouças Neto *et al.*, 2016; Verdi *et al.*, 2019; Ferdous *et al.*, 2020).

Quando utilizado como fertilizante no solo, o digestato muitas vezes é aplicado sem critérios técnicos adequados com relação à sua estabilização e maturidade, apresentando ainda potencial de decomposição, emissão de odores e de GEE.

Sendo assim, o objetivo geral do presente estudo foi avaliar o potencial de utilização de digestatos, oriundos de diferentes matérias-primas, como fertilizante orgânico, em comparação ao adubo mineral nitrogenado (ureia) no crescimento inicial do milho.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Campus Seropédica (RJ). Foi instalado em casa de vegetação, gentilmente cedida pela empresa BioHop (Figura 1).

Os tratamentos avaliados consistiram de digestatos resultantes do processo de degradação anaeróbia de resíduos orgânicos de diferentes origens, adubo mineral nitrogenado (ureia) e o tratamento controle. De forma detalhada; T1: controle; T2: ureia; T3: digestato de lodo de esgoto; T4: digestato de esterco bovino; T5: digestato de resíduos de poda; T6: digestato de restos de alimentos. No presente resumo, iremos discutir sobre a aplicação da dose 40 kg ha^{-1} de N, correspondente a 100% da necessidade de N, equivalente a: 5,7g (T2); 6g (T3); 6,95g (T4); 5,7g (T5); 5,5g (T6) .

Os digestatos foram coletados durante a Campanha de Biogás Nórdica e tiveram um tempo de retenção hidráulica de 20 a 43 dias, até que sua estabilização fosse completa.

O solo utilizado foi um Planossolo Háplico (textura arenosa) que, após a coleta o solo foi seco ao ar, peneirado em malha de 2 mm e, posteriormente, realizada análise química para realização da calagem para a elevação do pH a 6,0.

O experimento foi iniciado em abril de 2024, quando foram semeadas 5 sementes de milho por vaso, variedade híbrido (Semini – AG 1051), totalizando 24 vasos, 6 tratamentos com 4 repetições cada. Os vasos foram preenchidos com 2 kg de terra, após semeadura, foram aplicados os tratamentos, superficialmente, sem incorporação. Os digestatos se encontraram no estado sólido, sendo umedecidos no momento da aplicação. Foi realizada irrigação, diariamente, com volume de água suficiente para manter o teor de umidade entre 50 e 70% da c.c. Após nove dias de plantio foi feito o desbaste das plantas e somente duas plantas permaneceram nos vasos, e após 29 dias foi realizada a remoção das plantas para análise. Foram mensurados os seguintes parâmetros fitométricos: altura das plantas (cm) e massa fresca e seca (g kg^{-1}).

Figura 1 – experimento em casa de vegetação



Fonte: autor, 2024.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos mostram que os parâmetros fitométricos (matéria seca e altura da planta) foram influenciados pelos diferentes tratamentos avaliados. A aplicação dos digestatos proporcionou maior altura da planta do milho em relação ao controle e até mesmo em comparação a adubação mineral nitrogenada com ureia (Tabela 1). Com relação à massa seca do milho, as plantas adubadas com digestatos apresentaram maiores valores quando comparadas às plantas adubadas com ureia.

Ao comparar o efeito da adubação entre os digestatos avaliados no parâmetro massa seca, destaca-se que o digestato com lodo de esgoto foi o que apresentou menor desempenho. Quanto ao T2, que se refere ao tratamento em que foi utilizado a ureia como fonte de N, este valor da ureia que ficou abaixo do tratamento controle pode ser explicado pois em um dos vasos apenas uma planta germinou.

No parâmetro altura das plantas de milho, houve significância em relação ao tratamento controle e ureia em relação aos digestatos utilizados (Tabela 1). Os tratamentos com digestatos (T3, T4, T5 e T6) não apresentaram diferença significativa entre eles, atingindo valores de 79,96 cm; 89,68 cm; 87,45 cm e 83,61 cm, respectivamente, para uma dose de 40 kg ha⁻¹ que corresponde a total necessidade do milho (100%). Isso se explica devido ao maior crescimento vegetativo das plantas de milho em resposta à adubação com digestato, pois o material encontra-se estabilizado, favorecendo a absorção dos nutrientes pelas plantas. Enquanto a altura média das plantas fertilizadas com adubação mineral (ureia) atingiu 57 cm após 30 dias, as plantas que receberam adubação com digestato alcançaram uma altura impressionante de 86 cm no mesmo período. Essa diferença de 29 cm destaca a eficácia do digestato como uma alternativa viável e sustentável à ureia, evidenciando seu potencial para promover um crescimento mais robusto e saudável das plantas. Os dados de Freitas *et al.* (2021) corroboram essa observação, indicando que a

adubação mineral resulta em alturas médias de cerca de 50 cm após 30 dias, o que reforça a superioridade do digestato em termos de desenvolvimento. Os nutrientes adicionais presentes no digestato, juntamente com sua capacidade de melhorar a qualidade do solo, podem ter sido fatores determinantes para esse desempenho superior, resultando em um desenvolvimento mais vigoroso das culturas. Essa combinação favorece não apenas o crescimento das plantas, mas também a saúde do solo a longo prazo, promovendo uma maior eficiência na absorção de nutrientes e contribuindo para a sustentabilidade da produção agrícola. Mesmo tendo sido aplicada solução nutritiva em todos os tratamentos, incluindo o controle e o tratamento com ureia, o digestato demonstrou um efeito adicional no crescimento das plantas, evidenciando seu potencial como fertilizante orgânico.

Tabela 1. Análise dos parâmetros fitométricos matéria seca e altura da planta do milho após aplicação dos diferentes tratamentos.

Tratamentos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Matéria Seca (g kg ⁻¹)	24,64 b ¹	11,41 c	23,99 b	32,36 a	44,76 a	29,75 a
Altura (cm)	75 b	56,76 c	79,96 a	86,68 a	87,45 a	83,61 a

¹Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Verdi *et al.* (2019) realizaram um estudo sobre o impacto do uso de digestato de suínos na forma líquida na altura e na massa seca do milho. Os resultados mostraram que o uso de digestato resultou em crescimento e produtividade, com medidas significativas de altura da planta e incremento de massa seca que se igualaram ou até superaram aquelas obtidas com a aplicação de adubo mineral.

4. CONCLUSÕES

A aplicação das diferentes fontes de digestato favoreceu maior altura e maior incremento em matéria seca das plantas de milho. Esse estudo em casa de vegetação se mostra promissor e uma próxima etapa de campo é necessária para avaliar o efeito da aplicação dos digestatos na produtividade do milho.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, através da concessão de bolsa para a primeira autora.

REFERÊNCIAS

CIBiogás. Panorama do Biogás no Brasil 2021. CIBiogás, 2021. Disponível em: cibiogas.org. Acesso em abril, 2024.

CONAB: Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos, v. 7 - Safra 2019/20 - Sexto levantamento, Brasília, p. 1-89, mar. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 18 abr. 2024.

DE FREITAS, J. M., VAZ, M. C., DUTRA, G. A., DE SOUZA, J. L., REZENDE, C. F. A. Resposta da produtividade do milho à adubação mineral e organomineral. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 5, 2021.

FERDOUS Z. Ullah H, Datta A, Attia A, Rakshit A, Hossain Molla S (2020) Application of Biogas Slurry in Combination with Chemical Fertilizer Enhances Grain Yield and Profitability of Maize (*Zea Mays* L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1-10.

FRAZÃO JJ, Silva ÁRD, Silva VLD, Oliveira VA, Corrêa RS (2014) Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18 (12): 1262-1267. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi. v18 n12 p 1262-1267.

KUNZ, Airton et al. Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato. Concórdia: Sbera: Embrapa Suínos e Aves, 2019

MARTINS JDL, Moura MF, Oliveira JPF, Oliveira M, Galindo CAF (2016) Esterco bovino, biofertilizante, inoculante e combinações no desempenho produtivo do feijão comum. *Revista Agro@mbiente On-line* 9 (4) : 369-376. DOI:10.18227/1982-8470ragro.v9i4.2583

MORTATE RK, Nascimento EF, Souza Gonçalves EG, Paula Lima MW (2018) Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. *Journal Of Neotropical Agriculture* 5 (1) : 1-6. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v5i1.2202>

Organização das Nações Unidas (ONU). Transformando o nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. A/RES/70/1, 2015.

REBOUÇAS NETO MDO, Campos JR, Veras CL, Sousa IR, Monteiro Filh. o LR (2016) Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino. *Cadernos Cajuína* 1 (3) : 4-14. 2016.

SILVA, A. G.; SILVA, M. F.; COSTA, E. A. Efeito da adubação nitrogenada na produtividade do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 29, n. 2, p. 245-250, 2005.

VERDI, L.; MANCINI, M.; NAPOLI, M.; ORLANDINI, S.; DALLA MARTA, A. Soil carbon emissions from maize under different fertilization methods in an extremely dry summer in Italy. *Italian Journal of Agrometeorology*, v. 2, p. 3-10, 2019. DOI: 10.13128/ijam-648.