



EDIÇÃO 2022 – RESUMO EXPANDIDO

CRESCIMENTO DE SORGO SACARINO SOB ADUBAÇÕES DE COBERTURA COM VINHAÇA BIODIGERIDA COMBINADA OU NÃO COM ADUBOS MINERAIS

GROWTH OF SORGHUM UNDER COVER CROPS WITH BIODIGESTED VINASSE COMBINED OR NOT WITH MINERAL FERTILIZERS

Eliane Cristine Soares da Costa^I
 Rose Maria Duda^{II}
 Leonardo Lucas Madaleno^{III}
 Roberto Alves de Oliveira^{IV}

RESUMO

A limitação das reservas mundiais de combustíveis fósseis, a instabilidade do preço desses combustíveis e a preocupação em diminuir as emissões de gases de efeito estufa, intensificaram o interesse em novas pesquisas em fontes de energia. Uma alternativa encontrada foi o incentivo ao uso do etanol, produzido de diversas fontes, como a cana-de-açúcar e do sorgo sacarino. Arelado a isto, o uso da vinhaça como biofertilizante nestas culturas vem sendo estudado, principalmente devido aos benefícios econômicos resultantes no seu uso em substituição total ou parcial da adubação mineral, melhorando as características físico-químicas do solo, bem como a produtividade agrícola. Neste trabalho avaliou-se o desenvolvimento do sorgo sacarino, sob diferentes condições de adubação, comparando a eficiência do uso da vinhaça biodigerida, combinado ou não com fertilizantes minerais, na adição de umidade e nutrientes à cultura de sorgo sacarino. Os tratamentos não apresentaram diferença significativa, o que pode ser explicado pela boa condição nutricional natural do solo, pelo uso em dose insuficiente dos adubos minerais e vinhaça, combinada ou não a estes, ou ainda devido à chuva abundante e atípica durante o período experimental. No entanto, acredita-se que, o uso da vinhaça biodigerida principalmente, pode ter melhorado o ambiente para a planta, além disto, garantiu uma adequada destinação deste efluente, que possui importância e caráter estratégico para a nação, tanto do ponto de vista econômico como ambiental.

Palavras-chave: Biocombustível. Adubação. Gerenciamento de resíduo. Sucroenergético.

ABSTRACT

The limitation of the world reserves of fossil fuels, the instability of the price of these fuels and the concern to reduce the emissions of greenhouse gases, intensified the interest in new researches in energy sources. An alternative found was to encourage the use of ethanol, produced from different sources, such as sugarcane and sweet sorghum. Linked to this, the use of vinasse as a biofertilizer in these crops has been studied, mainly due to the economic benefits resulting from its use in total or partial replacement of mineral fertilization,

^I Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agropecuária, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Brasil; Laboratório de Saneamento Ambiental, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: eliane.sc.costa@unesp.br

^{II} Faculdade de Tecnologia “Nilo de Stéfani”, Jaboticabal, SP, Brasil; Laboratório de Saneamento Ambiental, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: rose.duda@fatec.sp.gov.br

^{III} Faculdade de Tecnologia “Nilo de Stéfani”, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: leonardomadaleno@fatecjaboticabal.edu.br

^{IV} Laboratório de Saneamento Ambiental, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: roberto.alves-oliveira@unesp.br



EDIÇÃO 2022 – RESUMO EXPANDIDO

improving the physicochemical characteristics of the soil, as well as agricultural productivity. In this work, the development of sweet sorghum was evaluated under different fertilization conditions, comparing the efficiency of the use of biodigested vinasse, combined or not with mineral fertilizers, in the addition of moisture and nutrients to the sweet sorghum crop. The treatments did not show a significant difference, which can be explained by the good natural nutritional condition of the soil, by the use of insufficient doses of mineral fertilizers and vinasse, combined or not with them, or due to the abundant and atypical rain during the experimental period. However, it is believed that the use of biodigested vinasse, mainly, may have improved the environment for the plant, in addition, ensured an adequate destination of this effluent, which has importance and strategic character for the nation, both from an economic point of view as environmental.

Keywords: Sorghum. Biofuel. Waste management. Sugar energy.

Área: Microbiologia Aplicada

Data de submissão: 14/08/2022.

Data da aprovação: 27/10/2022.

DOI:

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Brasil é o segundo maior produtor de etanol do mundo utilizando a cana-de-açúcar como matéria-prima (KARP et al., 2021). No entanto, para fortalecer a cadeia produtiva do etanol, principalmente no que diz respeito ao preenchimento da lacuna na entressafra da cana-de-açúcar, as usinas têm utilizado outras culturas bioenergéticas, o que maximiza o uso de recursos e contribui para que se tenha processos agrícolas e industriais mais eficientes (BOTELHO et al., 2021).

Entre as culturas energéticas, destaca-se o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) como cultura complementar de bioenergia (AHMAD DAR et al., 2018), em virtude principalmente da sua elevada produtividade, conseguida em períodos compatíveis com o funcionamento das usinas e destilarias, além de apresentar colmos com caldo semelhante aos da cana, rico em açúcares fermentáveis, bem como ampla adaptabilidade e tolerância a estresses bióticos e abióticos (APPIAH-NKANSAH et al., 2019).

No entanto, apesar da sua rusticidade, o sorgo sacarino responde significativamente a incrementos no suprimento de água e à adubação, apresentando exigência nutricional em ordem decrescente para o nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e fósforo (COELHO, 2011). Visando atender a esta demanda, o uso de vinhaça biodigerida em dosagens adequadas, representa uma alternativa apropriada, trazendo benefícios econômicos na substituição total ou parcial da adubação mineral, pois esta apresenta teores consideráveis de potássio, nitrogênio, cálcio, magnésio e fósforo (DE BARROS et al., 2016).

Segundo Lamo (1991), considerando os teores de N/P/K da vinhaça biodigerida, esta pode ser utilizada para a fertirrigação em vez da vinhaça “in natura”, com a vantagem de mais fácil manuseio devido ao seu pH neutro. Longo (1994) relata que a vinhaça biodigerida, promoveu aumento de aproximadamente 30% no conteúdo de C-orgânico e de N-total na cultura de cana-de-açúcar, indicando que, mesmo com baixo teor de matéria orgânica total, em relação à vinhaça in natura, sua aplicação ao solo resulta em aumento sensível nos teores desses elementos.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento do sorgo sacarino sob diferentes condições de adubação de cobertura, utilizando para tal, vinhaça biodigerida combinada ou não com fertilizantes minerais, visando melhor distribuição de umidade, bem como a adição nutrientes, haja vista a importância da cultura sucroenergética em questão, bem como a destinação adequada deste efluente, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.



EDIÇÃO 2022 – RESUMO EXPANDIDO

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para este trabalho, foi estabelecido, na área experimental da FATEC de Jaboticabal, o plantio da variedade IPA 467 de sorgo sacarino, desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), mantido de novembro de 2021 a março de 2022. Para o plantio, foi realizada a adubação do solo aplicando-se o equivalente a 420 kg há⁻¹ na formulação NPK 8-28-21, tendo como fonte de nutrientes, ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Foi realizada a adubação de cobertura, total e de uma única vez, um mês após o plantio segundo os tratamentos propostos.

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, contendo quatro blocos e seis tratamentos, correspondentes às adubações de cobertura, sendo eles: testemunha (sem adubação de cobertura), vinhaça biodigerida (42 L por parcela), vinhaça biodigerida + ureia, vinhaça biodigerida + adubo nitrogenado 20-00-20, vinhaça biodigerida apenas, ureia (45 kg de N) e adubo convencional com N – 20-00-20. As parcelas no campo (unidades experimentais) foram constituídas por nove linhas de oito metros cada, com 72 m² de área total, sendo consideradas para área útil as cinco linhas centrais (excluindo 1m de cada lado da borda da parcela em linha reta), com seis metros de comprimento, totalizando, portanto, 28 m² de área útil.

Para avaliação do desenvolvimento do sorgo, foram tomadas, aleatoriamente, cinco plantas da área útil de cada parcela. O desenvolvimento das plantas foi acompanhado através de avaliações biométricas (altura, diâmetro da base, meio e ponta de cada planta, número de folhas e valor de Brix do caldo) a cada 10 dias, dos 60 aos 120 dias após emergência. Para as variáveis consideradas, foi aplicado o teste F para análise de variância e as diferenças entre os tratamentos, foram avaliadas através do teste de Tukey com nível de significância de 5%, no software AgroEstat.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 1 - Altura, diâmetro e brix do sorgo aos 60, 70, 80, 90, 100, 110 e 120 e 130 dias de crescimento, sob diferentes condições de adubação de cobertura

Tratamentos	Altura (cm)						
	60 dias	70 dias	80 dias	90 dias	100 dias	120 dias	130 dias
T1	117,65 Ad	151,95 Acd	162,95 Acd	196,75 Abc	228,15 Ab	287,25 Aa	296,55 Aa
T2	103,50 Ad	158,55 Ac	178,50 Abc	179,25 Abc	227,25 Aab	267,70 Aa	269,70 Aa
T3	119,05 Ad	157,00 Acd	157,00 Acd	185,00 Abc	234,40 Ab	297,45 Aa	302,45 Aa
T4	125,55 Ad	158,90 Acd	173,80 Abc	186,25 Abc	221,10 Aab	261,75 Aa	263,75 Aa
T5	116,35 Ae	163,30 Ad	206,35 Acd	199,75 Acd	229,95 Abc	284,45 Aab	294,45 Aa
T6	120,45 Ae	147,45 Ade	171,10 Acd	180,60 Acd	211,80 Abc	243,00 Aab	279,45 Aa
Tratamentos	Diâmetro (cm)						
	60 dias	70 dias	80 dias	90 dias	100 dias	120 dias	130 dias
T1	0,71 Aa	0,70 Aa	0,62 Aa	0,64 Aa	0,68 Aa	0,58 Aa	0,55 Aa
T2	0,66 Aab	0,73 Aa	0,68 Aab	0,62 Aab	0,62 Aab	0,61 Aab	0,53 Ab
T3	1,00 Aa	0,70 Aa	0,69 Aa	0,69 Aa	0,66 Aa	0,65 Aa	0,67 Aa
T4	0,68 Aa	0,79 Aa	0,62 Aa	0,70 Aa	0,74 Aa	0,64 Aa	0,63 Aa
T5	0,75 Aa	0,67 Aa	0,80 Aa	0,73 Aa	0,70 Aa	0,73 Aa	0,61 Aa
T6	0,70 Aa	0,69 Aa	0,71 Aa	0,69 Aa	0,72 Aa	0,60 Aa	0,53 Aa
Tratamentos	Brix						
	60 dias	70 dias	80 dias	90 dias	100 dias	120 dias	130 dias
T1	4,30 Ab	4,65 Ab	6,10 Aab	7,82 Aab	4,75 Ab	7,75 Aab	10,77 Aa
T2	3,12 Ab	5,85 Aab	5,07 Aab	7,40 Aa	6,75 Aa	7,50 Aa	8,85 Aa
T3	4,25 Aa	5,10 Aa	5,25 Aa	5,50 Aa	5,47 Aa	7,20 Aa	8,17 Aa
T4	3,37 Ac	4,60 Ac	5,20 Abc	9,77 Aab	4,35 Ac	6,60 Abc	12,20 Aa
T5	4,75 Ab	4,50 Ab	6,42 Aab	6,30 Aab	6,07 Aab	6,92 Aab	9,80 Aa
T6	3,17 Ac	4,65 Abc	5,05 Abc	8,07 Aab	5,15 Abc	7,50 Aab	11,45 Aa

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença na coluna (tratamentos) e letras minúsculas diferentes indicam diferença na linha (dias de avaliação)

Fonte: os autores (2022)



EDIÇÃO 2022 – RESUMO EXPANDIDO

Observa-se que, para todas as variáveis avaliadas, não houve diferença estatística para os tratamentos dentro de cada data de avaliação. No entanto, nota-se diferença para os tratamentos entre estas datas, o que é esperado, haja vista o desenvolvimento contínuo da cultura ao longo das avaliações.

A adubação de cobertura foi precedida da correção do solo para implantação do experimento, considerando, portanto, que, neste caso, a adubação de cobertura foi feita por segurança, para garantir um bom desenvolvimento da cultura, e isto pode explicar a ausência de diferença estatística entre os tratamentos.

No que diz respeito aos tratamentos com vinhaça biodigerida, combinada ou não com adubos minerais, o efeito não significativo em comparação aos outros, pode ser devido ao seu uso em dosagem insuficiente ou ainda à chuva abundante e atípica no período de crescimento e estabelecimento da cultura, de novembro de 2021 a abril de 2022, cuja média foi de 168,56 mm. Razoavelmente maior que a do mesmo período no ano anterior, de 114,9 mm (EMC/UNESP, 2022). Todos estes fatores supracitados inviabilizam a observação do reflexo direto de sua aplicação, nas variáveis avaliadas.

No entanto, apesar disto, acredita-se que, pelo seu potencial nutricional, bem como de adição e distribuição de umidade, a vinhaça biodigerida pode ter melhorado o ambiente para a planta. SILVA, *et al.* (2015), comparando o efeito do uso de vinhaça biodigerida com vinhaça comum e cloreto de potássio (KCl), com e sem adubação nitrogenada, na fertilidade do solo e no crescimento e nutrição da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), observou que a adição deste primeiro induz maior pH do solo e menor acidez potencial em comparação com KCl, bem como acúmulo de massa seca total e condições nutricionais semelhantes às adubadas com KCl.

É fundamental pontuar que, estes resultados não denotam que o uso da vinhaça biodigerida seja ineficaz ou não recomendado, ao contrário, sua aplicação em culturas, garante uma adequada destinação deste efluente, que representa grande preocupação tanto do ponto de vista econômico, como ambiental. Atualmente, a comunidade científica em todo mundo tem voltado seus esforços para o desenvolvimento de tecnologias que não limitem o progresso, mas estejam em equilíbrio com o ambiente.

Em função do exposto, é absolutamente necessário o desenvolvimento de mais estudos, sejam com doses variadas, parcelamento ou não da adubação de cobertura, para contribuir para o entendimento da dinâmica deste efluente no solo, bem como sua contribuição no desenvolvimento da cultura de sorgo, haja vista o seu potencial já conhecido, visando a redução da adubação química, contribuindo, conseqüentemente, para uma produção mais sustentável e menos onerosa.

4 CONCLUSÃO

A aplicação da vinhaça biodigerida na cultura do sorgo sacarino apresentou resultados semelhantes aos da adubação mineral e da testemunha sem adubação de cobertura, demonstrando a necessidade de mais estudos para avaliar a possibilidade de uso deste efluente como fertilizante para esta cultura, seja com diferentes doses ou formas de aplicação.

REFERÊNCIAS

AHMAD DAR, R.; AHMAD DAR, E.; KAUR, A. GUPTA PHUTELA, U. Sweet sorghum-a promising alternative feedstock for biofuel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p.4070-4090, 2018.

APPIAH-NKANSAH, N. B.; LI, J.; ROONEY, W.; WANG, D. A. review of sweet sorghum as a viable renewable bioenergy crop and its techno-economic analysis. **Renewable Energy**, v.143, p. 1121-1132, 2019.



EDIÇÃO 2022 – RESUMO EXPANDIDO

BOTELHO, T. T.; LEITE, P. S. S.; COSTA, R. A. P.; NUNES, J. A. R. Strategies for Multi-trait Selection of Sweet Sorghum Progenies. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.*, v.21, 2021.

COELHO, A. M. Fertilidade do solo, exigências nutricionais e adubação do sorgo sacarino. **Revista Agroenergia** [Sorgo sacarino: Tecnologia Agrônômica e Industrial para Alimentos e Energia]. Brasília, Ano II, edição 3, p.18-19, 2011.

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA CONVENCIONAL, UNESP/FCAV, 21°14'05"S 48°17'09"W.
Disponível em: www.fcav.unesp.br/estacao.

KARP, S. G.; MEDINA, J. D. C.; LETTI, L. A. J.; WOICIECHOWSKI, A. L.; CARVALHO, J. C.; SCHMITT, C. C.; OLIVEIRA PENHA, R.; KUMLEHN, G. S.; SOCCOL, C. R. Bioeconomy and biofuels: the case of sugarcane ethanol in Brazil. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v.15, p. 899-912, 2021.

LAMO, P. **Sistema Produtor de Gás Metano Através de Tratamento de Efluentes Industriais** - METHAX/BIOPAQ - CODISTIL - Piracicaba, 1991.

LONGO, M. R. **Efeito da vinhaça in natura e biodigerida em propriedades de um solo cultivado com cana-de-açúcar**. 98p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas- Faculdade de Engenharia Agrícola, 1994.

SILVA, J., CAZETTA, J.; TOGORO, A. Soil change induced by the application of biodigested vinasse concentrate, and its effects on growth of sugarcane. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 75, p. 249-254, 2015.