

ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA EM SORGO GRANÍFERO IRRIGADO COM EFLUENTE TRATADO DE ABATEDOURO

AMARILYS MACARI DE GIZ¹, MARCOS RODRIGUES DE OLIVEIRA JUNIOR²,
LAÍS CAROLINA DOS SANTOS³, JULIANA DE FÁTIMA VIZU⁴, TAMARA MARIA
GOMES⁵, FABRÍCIO ROSSI⁶

¹ Eng. Agrônoma, Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Depto. de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba – SP, amgiz@usp.br.

² Graduando em Eng. de Biossistemas, Depto. de Engenharia de Biossistemas, FZEA/USP, Pirassununga – SP.

³ Graduanda em Eng. de Biossistemas, Depto. de Engenharia de Biossistemas, FZEA/USP, Pirassununga – SP.

⁴ Eng. Agrônoma, Doutoranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Depto. de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba – SP.

⁵ Eng. Agrônoma, Prof. Associada, Doutor, Depto. de Engenharia de Biossistemas, FZEA/USP, Pirassununga – SP.

⁶ Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Doutor, Depto. de Engenharia de Biossistemas, FZEA/USP, Pirassununga – SP.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: O efluente de abatedouro apresenta um alto teor de nitrogênio. Uma alternativa para destinação desse efluente é o reúso agrícola na irrigação de culturas visando suprir a demanda hídrica e complementar a exigência nutricional. O objetivo com essa pesquisa foi avaliar o teor de clorofila *a*, *b* e total utilizando um clorofilômetro comercial, como indicativo indireto do teor de nitrogênio em sorgo granífero irrigado com efluente tratado de abatedouro. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: irrigação com 100% de água potável – testemunha, e irrigação com 100%, 75%, 50%, 25% de efluente tratado de abatedouro (ETA). Para a avaliação do índice relativo de clorofila, que considera a clorofila *a*, *b* e total, as medições ocorreram com frequência quinzenal totalizando quatro avaliações, da qual, foram geradas as médias. Não houve diferenças estatísticas para os teores de clorofila *a*, *b* e total entre os tratamentos. Conclui-se que o teor de nitrogênio, avaliado de forma indireta pelo índice relativo de clorofila foi semelhante entre os tratamentos, demonstrando que o efluente tratado de abatedouro foi capaz de suprir esse nutriente na cultura do sorgo.

PALAVRAS-CHAVE: água residuária, clorofilômetro, *Sorghum bicolor*

RELATIVE CHLOROPHYLL INDEX IN GRAIN SORGHUM IRRIGATED WITH TREATED SLAUGHTERHOUSE EFFLUENT

ABSTRACT: Slaughterhouse effluent has a high nitrogen content. An alternative for the destination of this effluent is the agricultural reuse in the irrigation of crops, aiming to supply the water demand and complement the nutritional requirement. The objective of this research was to evaluate the chlorophyll *a*, *b* and total content using a commercial chlorophyll meter, as an indirect indicator of the nitrogen content in grain sorghum irrigated with treated effluent from the slaughterhouse. The experimental design was in randomized blocks, with five treatments and four replications. The treatments were: irrigation with 100% of tap water – control, and irrigation with 100%, 75%, 50%, 25% of treated slaughterhouse effluent (TSE). For the evaluation of the relative chlorophyll index, which considers chlorophyll *a*, *b* and total, the measurements took place fortnightly, totaling four evaluations, from which the averages were generated. There were no statistical differences for the levels of chlorophyll *a*,

b and total between treatments. Concluding from this research, it can be inferred that the indirect nitrogen content, evaluated indirectly through the relative chlorophyll index, was similar among the treatments, demonstrating that the treated slaughterhouse effluent was able to supply this nutrient in sorghum cultivation.

KEYWORDS: chlorophyll meter; *Sorghum bicolor*; wastewater

INTRODUÇÃO: O setor agropecuário brasileiro desempenha expressiva importância econômica para o país. No primeiro trimestre de 2022, foram abatidas 6,9 milhões de cabeças de gado (IBGE, 2022), é notório que o processo de execução do abate despense uma grande quantidade de água potável e por consequência, um alto volume de efluente é gerado. Segundo Demirel (2005) e Santos et al. (2014) o efluente de abatedouro dispõe de uma alta carga orgânica, sais e nutrientes. O descarte desse efluente em corpos hídricos, deve estar de acordo com as condições determinadas pela Resolução do CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011. Os efluentes agroindustriais tratados podem ser utilizados como fonte de irrigação de campos de cultivo, integrando os sistemas de produção agrícolas e industriais. Entre as vantagens dessa prática vale ressaltar: a reciclagem de nutrientes, com a potencialidade de substituir fertilizantes (MENEGASSI et al., 2020); aumento ou manutenção da produtividade (HERNÁNDEZ-CHOVER et al., 2018; BATISTA et al., 2013); minimização dos impactos ambientais causados pela eutrofização, além de ser uma estratégia para combater a escassez hídrica (MENEGASSI et al., 2020). Recomenda-se que a irrigação a partir de efluente de abatedouro seja destinada às culturas com alta demanda hídrica e exigência de nitrogênio, a fim de otimizar o sistema produtivo e reduzir os custos com insumos. Ademais, está prática demonstra resultados satisfatórios quando aplicada em culturas forrageiras que apresentam rusticidade, destacando o sorgo (*Sorghum bicolor*). O sorgo é uma planta de ciclo precoce, com alta produção de grãos e biomassa, suporta solos em condições de baixa fertilidade, tolerância a salinidade e resistência em situações de déficit hídrico (SÁ et al., 2018; EMBRAPA, 2015). Pelo exposto, o objetivo com essa pesquisa foi utilizar efluente tratado de abatedouro na irrigação sorgo granífero e avaliar os teores de clorofila a, b e total, visando a medição indireta dos teores de nitrogênio presente nas folhas das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado em área adjacente ao Abatedouro Escola do Campus USP “Fernando Costa”, em Pirassununga/SP. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico. A localização geográfica do campus é 21°59’ de latitude sul e 47°26’ de longitude oeste e altitude média de 635 metros. O clima da região é do tipo Cwa na classificação de Köppen, e a temperatura média anual de 20,8°C, com precipitação pluviométrica média anual de 1298 mm. O experimento teve início em outubro de 2022 e término em fevereiro de 2023. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: irrigação com 100% de água de abastecimento (AB – testemunha), e irrigação com 100%, 75%, 50%, 25% de efluente tratado de abatedouro (ETA). No tratamento AB o sorgo recebeu 100% da adubação nitrogenada recomendada para cultura. Foi utilizado efluente proveniente do Abatedouro Escola, gerado do processo de abate dos animais do campus. O efluente foi tratado reator UASB em área próxima à área de cultivo, que possui volume útil de 12 m³, apresentando uma taxa de aplicação variando de entre 2 a 4 kg de DQO m⁻³, com tempo de detenção variando de 24 a 48 horas. Após tratamento, o efluente foi disponibilizado em um reservatório impermeabilizado (lagoa de polimento), do qual era bombeado para reservatório com capacidade de 5 m³, que posteriormente foi utilizado para irrigação do sorgo. A caracterização do efluente tratado de abatedouro, encontra-se demonstrada na Tabela 1.

TABELA 1. Caracterização do efluente tratado de abatedouro.

Parâmetros	ETA
pH	8,11 ± 0,53
CE (ds m ⁻¹)	0,53 ± 0,19
N-NTK (mg L ⁻¹)	46,57 ± 20,96
N-NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	38,94 ± 17,42
N-NO ₃ (mg L ⁻¹)	1,18 ± 0,77
N-NO ₂ (mg L ⁻¹)	0,13 ± 0,14
Ca (mg L ⁻¹)	20,27 ± 2,59
Fe (mg L ⁻¹)	1,67 ± 2,42
Mg (mg L ⁻¹)	1,96 ± 0,57
Mn (mg L ⁻¹)	0,10 ± 0,04
S (mg L ⁻¹)	3,05 ± 2,39
Na (mg L ⁻¹)	32,23 ± 9,61
K (mg L ⁻¹)	14,70 ± 3,59
P (mg L ⁻¹)	6,75 ± 2,24

O cultivo foi realizado em parcelas experimentais com 49 m² (7 m x 7 m), nas quais a cultura foi semeada manualmente, em profundidade de 3 cm e com espaçamento entre linhas de 0,5 m, perfazendo oito linhas por parcela de sorgo granífero (Figura 1). O manejo da irrigação utilizado no experimento foi em sistema de aspersão convencional com aspersores dispostos nas extremidades de cada parcela experimental, adotando ângulo de operação de 90°, com altura de 1 m acima do solo. Os aspersores utilizados foram os de impacto setorial regulável (modelo 3123-PC360 da marca Senninger®) de bocal de 3,18 mm, com vazão 0,595 m³ h⁻¹ e a pressão de serviço em 2,41 Bar (35PSI). A umidade do solo foi mantida próxima a capacidade de campo e a medição era realizada utilizando uma sonda portátil Diviner 2000®. Para a avaliação do índice relativo de clorofila, que considera a clorofila *a*, *b* e total, utilizou-se o clorofilômetro Clorofilog FALKER, as medições ocorreram aos 44, 64, 90 e 103 dias após a semeadura (DAS), foram geradas as médias. Os dados foram submetidos à análise de variância (Anova) no *software* estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2019).



FIGURA 1. Imagem aérea da área experimental – FZEA/USP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As análises estatísticas dos dados demonstraram que não houve diferenças para os teores de clorofila *a*, clorofila *b* e para clorofila Total entre os tratamentos, apresentando os coeficientes de variação em 2,76%; 6,49% e 3,13%, respectivamente (Figura 2). Os valores de clorofila Total foram, em média, próximos a 50, demonstrando, indiretamente, um teor adequado de nitrogênio nas folhas do sorgo.

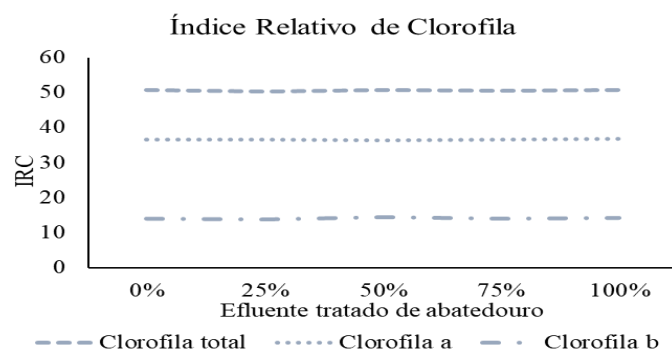


FIGURA 2. Índice relativo de clorofila (IRC) de plantas de sorgo irrigadas com efluente tratado de abatedouro, em concentrações (0% - sem efluente; 25%, 50%, 75% e 100% ETA).

CONCLUSÕES: O teor de nitrogênio, avaliado indiretamente através do índice relativo de clorofila (IRC) foi semelhante entre os tratamentos, demonstrando que o efluente tratado de abatedouro foi capaz de suprir esse nutriente na cultura do sorgo, semelhante a testemunha (0% Efluente com 100% da adubação nitrogenada recomenda).

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de doutorado à primeira autora.

REFERÊNCIAS:

- BATISTA, R. O.; OLIVEIRA, R. A.; SANTOS, D. B.; OLIVEIRA, A. F. M.; AZEVEDO, C. A. V. DE; MEDEIROS, S. S. Obstrução e uniformidade de aplicação em sistemas de irrigação por gotejamento aplicando-se efluente da suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n. 7, p. 698-705, 2013.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 430. Dispõe sobre classificação de corpos d'água e estabelece as condições e padrões para lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2011.
- EMBRAPA Milho e Sorgo. Sorgo forrageiro BRS 658. Soluções tecnológicas, 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2019.
- HERNÁNDEZ-CHOVER V, BELLVER-DOMINGO Á, HERNÁNDEZ-SANCHO F. Efficiency of wastewater treatment facilities: The influence of scale economies. *J Environ Manage* 2018; 228:77–84. doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.014.
- IBGE. Pesquisa Trimestral do Abate de Animais. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21119-primeiros-resultados-2abate.html?=&t=series-historicas>> Acesso em 18 maio 2023.
- MENEGASSI, L. C.; ROSSI, F.; DOMINICAL, L. D.; TOMMASO, G.; MONTES, C. R.; GOMIDE, C. A.; GOMES, T. M. Reuse in the agro-industrial: Irrigation with treated slaughterhouse effluent in grass. *Journal of Cleaner Production*, v. 251, p. 119698-11, 2020.
- SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; PAIVA, E. P.; SOUTO, L. S. Correção de solo salino-sódico com condicionadores e doses de fósforo para cultivo do sorgo sacarino. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*. v. 12, n. 5, 2018.
- DEMIREL, B., YENIGUN, O., ONAY, T.T. Anaerobic treatment of dairy wastewaters: a review. *Process Biochemistry*. v. 40, p. 2583–2595, 2005.
- SANTOS, J. J. N. dos; SOUSA, I. C. dos S.; BEZERRA, D. C.; COIMBRA, V. C. da S.; CHAVES, N. P. Desafios de adequação à questão ambiental em frigoríficos na cidade de São Luís, Maranhão: diagnóstico de situação. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 81, n. 4, p. 315–321, 2014.