

USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA NA IRRIGAÇÃO DE MUDAS DE D. NIGRA EM SUBSTRATO COM LODO DE ESGOTO: UMA ALTERNATIVA PARA ECONOMIA CIRCULAR

Daniel Fonseca de Carvalho¹, Laiz de Oliveira Silva², Henrique Vieira de Mendonça³, Bruno Antonio Augusto Faria Conforto⁴

RESUMO: A água residuária de bovinocultura (ARB) é gerada em grandes quantidades e pode se tornar um problema ambiental. Nesse estudo foram avaliados a qualidade da ARB tratada por ozonização e seu efeito no crescimento de mudas de *Dalbergia nigra* cultivadas com lodo de esgoto sob duas condições de luminosidade. Foram considerados dois níveis de sombreamento (0% - C1 e 49,4% de atenuação - C2) e três tipos de água de irrigação (controle - T1; ozonização por 1 h - T2; e ozonização por 2 h - T3). As mudas foram cultivadas em tubetes de 280 mL, e irrigadas por gotejamento por meio de manejo automatizado. A altura e o diâmetro foram avaliados a cada 21 dias e o índice de qualidade de Dickson (IQD) e a produtividade de água de irrigação (PAi) foram determinados. Com ozonização houve aumento do pH e redução da condutividade elétrica, sólidos totais e turbidez na ARB, permitindo seu uso para irrigação de mudas florestais. Os volumes máximos de água aplicados foram de 2,096 (T2, C1) e 1,921 L planta⁻¹ (T1, C2). Nessas condições, as mudas atingiram IQD de 0,47 e 0,17, e PAi de 2,35 e 1,48 g L⁻¹, respectivamente. O uso de lodo de esgoto e ARB tratada apresentam potencial para a produção de mudas de espécies arbóreas, reduzindo a liberação de resíduos e efluentes no meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: reaproveitamento de resíduos, irrigação automatizada, produção de mudas.

¹ Professor Titular, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR 465 km 7, CEP 23897-000, Seropédica, RJ. Fone (21) 98787-7262. e-mail: carvalho@ufrj.br

² Doutor em Agronomia – Ciência do Solo, UFRRJ, Seropédica, RJ

³ Professor Doutor, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Seropédica, RJ

⁴ Aluno de graduação em Agronomia, UFRRJ, Seropédica, RJ

USE OF WASTEWATER FROM CATTLE FARMING FOR IRRIGATION OF D. NIGRA SEEDLINGS IN SUBSTRATE WITH SEWAGE SLUDGE: AN ALTERNATIVE FOR CIRCULAR ECONOMY

ABSTRACT: Cattle wastewater (CWW) is generated in large quantities and can become an environmental problem. In this study, the quality of CWW treated by ozonation and its effect on the growth of *Dalbergia nigra* seedlings cultivated with sewage sludge under two conditions of luminosity, in addition to the water requirement of the species, were evaluated. Two levels of shading (0% - C1 and 49.4% attenuation - C2) and three types of irrigation water (fresh water - T1; ozonation for 1 h - T2; and ozonization for 2 h - T3), were considered. The seedlings were cultivated in 280 mL tubes and irrigated by dripping through automated management. Height and diameter were evaluated every 21 days and Dickson's quality index (DQI) and irrigation water productivity (WPir) were determined. With ozonation, there was an increase in pH and a reduction in electrical conductivity, total solids and turbidity in the CWW, allowing its use for irrigation of forest seedlings. The maximum volumes of water applied were 2.096 (T2, C1) and 1.921 L plant⁻¹ (T1, C2). Under these conditions, the seedlings reached an DQI of 0.47 and 0.17, and WPir of 2.35 and 1.48 g L⁻¹, respectively. The use of sewage sludge and treated CWW have potential to produce seedlings of tree species, reducing the release of waste and effluents into the environment.

KEYWORDS: waste reuse, automated irrigation, seedling production.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo e apesar dos benefícios econômicos para o país, a criação intensiva de bovinos gera grandes volumes de efluentes (MENDONÇA et al., 2017). A água residuária da bovinocultura (ARB) contém altas concentrações de nutrientes e por isso apresenta alto potencial poluidor para o meio ambiente (SOUZA et al., 2021). Considerada uma tecnologia verde, o uso da ozonização no tratamento secundário da ARB pode minimizar seus efeitos adversos ao meio ambiente (SOUZA et al., 2020), tornando-se uma alternativa para o desenvolvimento das plantas (MOLINOS-SENANTE et al., 2011). Nesse sentido, o uso de água residuária na produção de mudas de espécies arbóreas torna-se uma alternativa, tendo em vista a necessidade de recuperação dos biomas brasileiros, sobretudo a Mata Atlântica (GUEDES et al., 2020). No setor florestal,

devido à falta de manejo de irrigação nos viveiros, grande quantidade de água é utilizada para produção de mudas, caracterizando desperdícios que podem chegar a 70% do volume aplicado (DUMROESE et al., 2005). Além da água residuária tratada, o uso de lodo de esgoto, que após processo de estabilização é denominado biossólido, tem se popularizado no Brasil, fazendo parte da composição de substratos orgânicos para produção de mudas (NÓBREGA et al., 2007; ABREU et al., 2017; BUENO et al., 2020), atendendo de forma promissora o setor florestal (MANCA et al., 2020). Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito da ARB tratada por ozonização na necessidade hídrica e no desenvolvimento de mudas de *Dalbergia nigra* (Jacarandá-da-Bahia), utilizando sombreamento e substrato composto por lodo de esgoto tratado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de junho a setembro de 2021 em área experimental localizada no estado do Rio de Janeiro (coordenadas: 22°45'21" S, 43°40'28" W), Brasil. Duas sementes de *Dalbergia nigra* foram colocadas em tubetes de 280 cm³, preenchidos com biossólido puro (lodo de esgoto). Após a emergência das plântulas foi realizado o desbaste, deixando sempre a planta de maior tamanho e mais centralizada. Aos trinta e cinco dias e com altura média das mudas em torno de 7,5 cm os tubetes foram acondicionados em bandejas plásticas (capacidade máxima de 54 tubetes) e realizado o espaçamento com alternância das mudas, totalizando 24 plantas por bandeja (3 linhas com 8 plantas por linha). As bandejas foram colocadas em bancadas revestidas, superior e lateralmente, por telas agrícolas poliolefinas comerciais na cor preta (sombrite), com sombreamento nominal 50% (C2), exceto as bancadas que permaneceram a pleno sol (C1). O estudo foi conduzido em esquema de parcela subdividida com 2 níveis de cobertura (parcela) e 3 tipos de água para irrigação (subparcela), com 4 repetições. Foram utilizadas água de abastecimento local (T1), considerada como testemunha, e ARB tratada por ozonização durante 1 h (T2) e 2 h (T3), com sistema de bombeamento independente. Cada parcela experimental foi composta por 6 plantas, totalizando 192 plantas por tipologia de água aplicada. A ARB foi coletada na unidade experimental denominada "Fazendinha Agroecológica Km 47" (SIPA, Seropédica-RJ) após tratamento preliminar para a remoção de sólidos grosseiros (decantador) e tratamento biológico anaeróbico. O tratamento por ozonização foi realizado em escala de bancada, utilizando reatores de leito fixo construídos com tubo de PVC para esgoto de 3" de diâmetro e 0,7 m de comprimento, preenchidos com meio

plástico poroso (bio-aneis), em 60% do seu volume. As mudas foram irrigadas por gotejamento, utilizando emissores (Netafim, mod. PCJ-HCNL) de vazão nominal $3,0 \text{ L h}^{-1}$. Foram realizados testes de uniformidade para cada tipo de água, resultando em uniformidade de distribuição (CUD) superior a 95%. A reposição de água foi realizada de forma automática, em resposta à necessidade hídrica das plantas. Para isso, utilizou-se o acionador simplificado para irrigação (ASI), proposto por Medici et al. (2010) que é regulado pela diferença de nível entre uma cápsula porosa (sensor) e um pressostato. Esse equipamento tem sido utilizado em diferentes cultivos e na produção de mudas de espécies florestais (BUENO et al., 2020, 2021). Foram utilizados 6 acionadores independentes, um para cada tratamento cujos sensores foram confeccionados a partir de uma vela de filtro comercial, gerando microcápsulas cerâmicas. Os sensores foram instalados verticalmente no substrato a profundidade de 5 cm, com desnível de 40 cm em relação ao pressostato, responsável pelo acionamento de cada um dos sistemas de irrigação. Para cada tipo de água havia um sistema de bombeamento independente. A avaliação das mudas ocorreu no período de 01/06 a 10/09. A cada 21 dias foram coletados valores de altura (H) e diâmetro de coleto (DC) das mudas, com régua graduada e paquímetro digital, respectivamente. Quando cerca de 50% das mudas adquiriram padrão comercial (30 cm de altura e 3 mm de diâmetro) foram selecionadas três mudas para a determinação da matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSR) e matéria seca total (MST), possibilitando o cálculo do Índice de Qualidade de Dickson (IQD). A produtividade da água de irrigação (PAi) foi calculada utilizando a massa seca total (MST) como produtividade, em relação ao volume de água aplicado pela irrigação. Os dados foram avaliados a partir da análise de variância, utilizando o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o auxílio dos programas computacionais R (3.6.0) e Sisvar (5.6).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um modo geral, houve maior frequência de acionamento do sistema de irrigação na condição de pleno sol (C1) ($T1 = 61$; $T2 = 72$; $T3 = 41$), onde as condições meteorológicas favorecem maior evaporação da água na superfície do tubete. Com sombreamento (C2), o sistema de irrigação foi acionado 61, 40 e 38 vezes, respectivamente para T1, T2 e T3, porém com maior tempo médio de acionamento. A taxa de crescimento da planta também influencia na demanda hídrica, fazendo com que o número de acionamentos do sistema nas plantas irrigadas com água de abastecimento (T1) e cultivadas em sombreamento (C2) se igualasse à

condição a pleno sol. Nessa condição, houve maior demanda de água pelas plantas, comparada ao volume aplicado às plantas irrigadas com a ARB tratada (Figura 1).

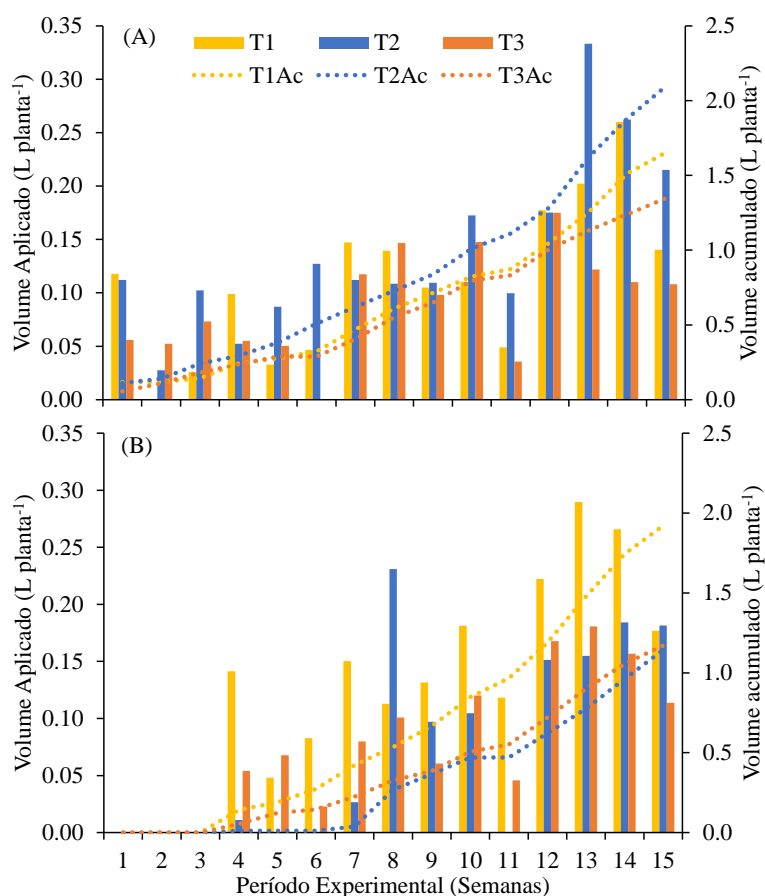


Figura 1. Volume de água aplicado por planta nas condições de pleno sol (A) e com cobertura (B), para os diferentes tratamentos. T1 – água de abastecimento; T2 – água ozonizada por 1 h; T3 – água ozonizada por 2 h.

Em condição de pleno sol (C1), os volumes acumulados foram de 1.653, 2.096 e 1.348 L planta⁻¹, para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente (Figura 1A), enquanto sob cobertura (C2), os volumes foram de 1.921, 1.142 e 1,171 L planta⁻¹ (Figura 1B). Plantas irrigadas com água de abastecimento municipal (T1) receberam maior volume de água quando cultivadas sob a cobertura C2, mas quando irrigadas com ARB tratada houve maior exigência a pleno sol. As mudas de *D. nigra* foram coletadas aos 110 dias após emergência (DAE), quando apresentaram em sua maioria altura da parte aérea e diâmetro do coleto de acordo com padrões para serem levadas ao campo. A altura e diâmetro finais diferiram entre os tratamentos avaliados (Tabela 1). As plantas irrigadas com T2 apresentaram maiores valores (42,03 cm e 5,4 mm) a pleno sol. Com sombreamento, as plantas irrigadas com T1 apresentaram maiores valores de altura e diâmetro. Seguindo a mesma tendência, as plantas irrigadas com T1 e T2 apresentaram maior IQD nas condições C2 e C1, respectivamente. O padrão alcançado no sombreamento pelas mudas dos tratamentos T1 e T3 não diferiu significativamente, contudo o tratamento com água

ozonizada mais uma vez se colocou a frente no que diz respeito à economia e eficiência no uso da água.

Tabela 1. Atributos morfológicos das mudas de *D. nigra* a pleno sol (C1) e na cobertura 50% (C2) de sombreamento aos 122 dias após a emergência (DAE).

Cobertura	Água	H _{FIN} cm	D _{FIN} mm	IQD	PAi
C1	T ₁	33.85b	4.28b	0.26b	1.57b
	T ₂	42.03a	5.40a	0.47a	2.35a
	T ₃	29.03b	4.22b	0.25b	1.71b
C2	T ₁	55.84a	3.95a	0.17a	1.48b
	T ₂	34.75c	2.99b	0.10b	1.24b
	T ₃	45.73b	3.60a	0.15ab	2.01a

T1: Água de abastecimento municipal; T2: Água Ozonizada 1h; T3: Água ozonizada 2h; Hfin: altura final; Dfin: diâmetro final; IQD: índice de qualidade de Dickson; PAi: produtividade da água em relação a matéria seca total. Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada cobertura, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A irrigação com ARB tratada por ozonização não comprometeu o desenvolvimento de mudas de *D. nigra*, que apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro em condição de pleno sol. Maiores valores de produtividade da água foram obtidos quando as mudas foram irrigadas com ARB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. D. S.; MELO, L. A.; OLIVEIRA, R. R.; FERREIRA, D. H. A. A. Caracterização e potencial de substratos formulados com bio-sólido na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. e *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos. **Ciência Florestal**, 27, 1179, 2017.
- BUENO, M. M.; LELES, P. S. S.; ABREU, J. F. G.; SANTOS, J. J. S.; CARVALHO, D. F. Water requirement and growth indicators of forest tree species seedlings produced with automated irrigation management. **Plos One**, 15, e0238677, 2020.
- BUENO, M. M.; LELES, P. S. S.; PINTO, M. F.; RESENDE, A. S.; COUTO, B. R. M.; CARVALHO, D. F. Water use in the growth of Atlantic Forest tree species seedlings under different shading levels. **Ciência e Agrotecnologia**, 45, e025220, 2021.

DUMROESE, R. K.; PAGE-DUMROESE, D. S.; SALIFU, K. F.; JACOBS, D. F. Exponential fertilization of *Pinus monticola* seedlings: nutrient uptake efficiency, leaching fractions, and early outplanting performance. **Canadian Journal of Forest Research**, 35(12):89-97, 2005.

GUEDES, B. J.; MASSI, K. G.; EVERS, C.; NIELSEN-PINCUS, M. Vulnerability of small forest patches to fire in the Paraíba do Sul River Valley, southeast Brazil: Implications for restoration of the Atlantic Forest biome. **Forest Ecology and Management**, 465, 118095, 2020.

MANCA, A.; SILVA, M. R.; GUERRINI, I. A.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; SILVA, L. C.; FONSECA, A. C.; RUGGIU, M. C.; CRUZ, C. V.; LOZANO SIVISACA, D. C.; MATEUS, C. M. D.; MURGIA, I.; GRILLI, E.; GANGA, A.; CAPRA, G.F. Composted sewage sludge with sugarcane bagasse as a commercial substrate for *Eucalyptus urograndis* seedling production. **Journal Cleaner Production**, 269, 122145, 2020.

MEDICI, L. O.; ROCHA, H. S.; CARVALHO, D. F.; PIMENTEL, C.; AZEVEDO, R. A. Automatic controller to water plants. **Scientia Agricola**, 67, 727–730, 2010.

MENDONÇA, H. V.; OMETTO, J. P. H. B.; OTENIO, M. H. Production of Energy and Biofertilizer from Cattle Wastewater in Farms with Intensive Cattle Breeding. **Water, Air, Soil Pollution**, 228, 72, 1-14, 2017.

MOLINOS-SENANTE, M.; HERNÁNDEZ-SANCHO, F.; SALA-GARRIDO, R. Cost-benefit analysis of water-reuse projects for environmental purposes: A case study for Spanish wastewater treatment plants. **Journal Environmental Management**, 92, 3091–3097, 2011.

NÓBREGA, R. S. A.; BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M.; MOREIRA, F. M. S. Utilização de bio sólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebynthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, 31, 239–246, 2007.

SOUZA, D. S.; MACIEL, A. M.; OTENIO, M. H.; MENDONÇA, H. V. Optimization of Ozone Application in Post-Treatment of Cattle Wastewater from Organic Farms. **Water, Air & Soil Pollution**, 231, 362, 2020.

SOUZA, D. S.; VALADÃO, R. C.; SOUZA, E. R. P.; BARBOSA, M. I. M. J.; MENDONÇA, H. V. Enhanced *Arthrospira platensis* Biomass Production Combined with Anaerobic Cattle Wastewater Bioremediation. **Bioenergy Research**, 15, 412–425, 2021.