

## Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em solo estruturado com lodo de esgoto compostado

### Growth and survival of tree species in soil structured with composted sewage sludge

#### RESUMO

Taiana Cristina Vinciguerra  
[taiana.vinciguerra@hotmail.com](mailto:taiana.vinciguerra@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil

Profª Drª. Denise Andréia Szymczak  
[denisea@utfpr.edu.br](mailto:denisea@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de duas espécies florestais nativas em solo estruturado com diferentes proporções de lodo de esgoto compostado. O lodo de esgoto passou por um processo de compostagem juntamente com resíduo de poda urbana. O experimento foi composto por seis tratamentos: T1 – 100% solo; T2 – 75% solo + 25% composto; T3 – 50% solo + 50% composto; T4 – 25% solo + 75% composto; T5 – 50% solo + 50% composto + 100g de NPK e T6 – 50% solo + 50% composto + 50g de NPK. A produção de mudas foi conduzida em casa de vegetação, localizada na UTFPR campus Francisco Beltrão. Durante o experimento, foram aferidos diâmetro do coleto (DC) e altura total (Ht) das mudas em intervalos de 15 dias após o plantio. O composto mostrou-se eficiente para a produção de mudas, podendo ser considerado um substrato alternativo viável. A proporção ideal variou entre 25 e 75%, apresentando vantagens de crescimento maiores nos tratamentos em que havia maior percentual de composto. A adição de NPK não mostrou resultados melhores quando comparado a tratamentos que levaram apenas a adição de lodo de esgoto compostado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Substratos alternativos. Pata-de-vaca. Angico-vermelho.

#### ABSTRACT

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



The objective of this work was to evaluate the growth of two native forest species in structured soil with different proportions of composted sewage sludge. The sewage sludge went through a composting process along with urban pruning waste. The experiment consisted of six treatments: T1 – 100% soil; T2 – 75% soil + 25% compost; T3 – 50% soil + 50% compost; T4 – 25% soil + 75% compost; T5 – 50% soil + 50% compost + 100g NPK and T6 – 50% soil + 50% compost + 50g NPK. Seedling production was conducted in a greenhouse, located at UTFPR campus Francisco Beltrão. During the experiment, seedling collection diameter and total height of the seedlings were measured at intervals of 15 days after planting. The compost was efficient for seedling production and can be considered a viable alternative substrate. The ideal proportion ranged from 25 to 75%, presenting greater growth advantages in treatments with higher percentage of compost. The addition of NPK did not show better results when compared to treatments that only led to the addition of composted sewage sludge.

**KEYWORDS:** Alternative substrates. Pata-de-vaca. Angico-vermelho.

## INTRODUÇÃO

Frente ao crescimento populacional urbano, é indispensável a preocupação com a geração de resíduos sólidos, especialmente no que tange a produção de lodo de esgoto. Nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), a disposição final do lodo é considerada uma etapa problemática, uma vez que seu principal destino são os aterros sanitários, que por consequência acabam sendo sobrecarregados e tem seu tempo de vida reduzido.

Uma alternativa sustentável para a viabilização do uso do lodo de esgoto é submetê-lo ao processo de compostagem. Durante esse processo, o lodo é submetido a elevadas temperaturas por longos períodos de tempo, o que deve garantir a eliminação de microrganismos patogênicos que podem estar presentes no material inicial (HECK et al., 2013).

O composto final pode servir como condicionador do solo e, ou, substrato alternativo no cultivo inicial de mudas. De acordo com Trigueiro; Guerrini (2014), a formação de boas mudas para fins de preservação ambiental ou recuperação de áreas degradadas também está relacionada com a eficiência dos substratos utilizados.

Buscando novas alternativas para a destinação do lodo de esgoto e a necessidade de desenvolvimento de novos substratos para a produção de mudas florestais nativas, esse trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas das espécies *Bauhinia forficata* Link e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan em solo estruturado com lodo de esgoto compostado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O processo de compostagem foi conduzido na área experimental de resíduos sólidos da UTFPR – campus Francisco Beltrão, no período de setembro de 2017 a fevereiro de 2018.

A pilha de compostagem foi montada na proporção volumétrica 3:1, três partes de resíduo de poda urbana proveniente da manutenção da arborização urbana e uma parte de lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto, ambos do município de Francisco Beltrão.

A composteira foi mantida coberta por lona, sendo aberta apenas para manutenção, que foi realizada através de revolvimentos semanais. Quando o composto estava curado, foram realizadas análises químicas pelo laboratório Laborsolo® conforme metodologia proposta pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2017), cujos teores de metais pesados observados e os limites estabelecidos pela legislação vigente para destinação agrícola (BRASIL, 2006), estão descritos na Tabela 1, sendo o lodo de esgoto compostado apto para tal finalidade.

Tabela 1 – Teores de metais pesados presentes em lodo de esgoto compostado com resíduo de poda e requisitos mínimos para destinação agrícola, conforme a resolução nº 375/2006 do CONAMA.

| Parâmetros | Resultados analíticos do composto | Resolução nº 375/2006 CONAMA |
|------------|-----------------------------------|------------------------------|
|            | ----- mg kg <sup>-1</sup> -----   |                              |
| Cádmio     | N. D.                             | 39                           |
| Chumbo     | N. D.                             | 300                          |
| Cobre      | 115,50                            | 1500                         |
| Cromo      | 88,01                             | 1000                         |
| Molibdênio | N. D.                             | 50                           |
| Níquel     | N. D.                             | 420                          |
| Zinco      | 595,70                            | 2800                         |

N. D. Não Detectado

Após a obtenção do composto, formulou-se em vasos de 10 L seis tratamentos, sendo: T1 – 100% solo; T2 – 75% solo + 25% composto; T3 – 50% solo + 50% composto; T4 – 25% solo + 75% composto; T5 – 50% solo + 50% composto + 100 g de NPK (10-10-10) e T6 – 50% solo + 50% composto + 50 g de NPK (10-10-10).

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, composto por seis tratamentos e cinco repetições. Foram plantadas 30 mudas de *Bauhinia forficata* Link (pata-de-vaca) e 30 mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (angico-vermelho), adquiridas no Viveiro Municipal de Francisco Beltrão.

A produção de mudas foi conduzida na casa de vegetação da UTFPR – campus Francisco Beltrão, no período de setembro de 2018 a janeiro de 2019. As mudas ficaram sob sombreamento de 50%, produzido por uma tela de sombrite.

O monitoramento das mudas consistiu na mensuração da altura total (Ht) e do diâmetro do coleto (DC) em intervalos de 15 após o plantio. A altura foi mensurada com régua graduada e o diâmetro do coleto foi obtido com paquímetro digital PD150 Vonder®.

Após a tabulação dos dados, foi calculada a diferença entre os dados iniciais e finais da altura total (Ht) e diâmetro do coleto (DC). Foram verificadas a normalidade e homogeneidade dos dados. Em sequência, os dados foram submetidos à análise de variâncias (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância pelo programa RStudio versão 1.1.463.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas de pata-de-vaca plantadas em vasos que continham os tratamentos 4 e 5 alcançaram as maiores alturas, diferindo estatisticamente, das mudas plantadas nos demais tratamentos (Tabela 2). Segundo Scheer et al. (2012), esses resultados podem indicar que tais concentrações de composto promoveram boas condições físicas e nutricionais do substrato, promovendo maior crescimento das mudas em altura.

As mudas representadas pelo tratamento 6, onde teve adição de 50g de NPK, não apresentaram crescimento considerável quando comparado com os

tratamentos que levaram a adição apenas de lodo de esgoto compostado, como o T4, indicando que a adição de NPK nessa concentração não necessariamente resultou em aumentos consistentes para a altura da pata de vaca, corroborando para a indicação de que o composto de lodo de esgoto apresenta quantidades consideráveis de nutrientes (SCHEER et al., 2012; SANTOS et al., 2019), proporcionando bons resultados para o crescimento das mudas na parte aérea.

Tabela 2 – Valores médios de altura total (Ht) e diâmetro do coleto (DC) ( $\pm$ desvio padrão) para cada tratamento testado em mudas de *Bauhinia forficata* Link

| Tratamentos | Altura total (cm)   |                       |                         |
|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
|             | H (I)               | H (F)                 | $\Delta$ H              |
| T1          | 19,10 ( $\pm$ 2,07) | 47,06 ( $\pm$ 11,55)  | 27,96 ( $\pm$ 10,80) c  |
| T2          | 17,56 ( $\pm$ 4,64) | 75,72 ( $\pm$ 14,93)  | 58,14 ( $\pm$ 11,53) bc |
| T3          | 17,20 ( $\pm$ 3,11) | 69,62 ( $\pm$ 7,86)   | 52,42 ( $\pm$ 10,14) bc |
| T4          | 15,25 ( $\pm$ 4,22) | 111,35 ( $\pm$ 16,65) | 96,10 ( $\pm$ 20,62) a  |
| T5          | 15,78 ( $\pm$ 4,33) | 89,36 ( $\pm$ 13,73)  | 73,58 ( $\pm$ 15,92) ab |
| T6          | 15,90 ( $\pm$ 1,96) | 77,40 ( $\pm$ 12,52)  | 61,50 ( $\pm$ 12,03) b  |

  

|    | Diâmetro do coleto (mm) |                     |                       |
|----|-------------------------|---------------------|-----------------------|
|    | DC (I)                  | DC (F)              | $\Delta$ DC           |
| T1 | 3,54 ( $\pm$ 0,16)      | 7,00 ( $\pm$ 1,23)  | 3,48 ( $\pm$ 1,16) b  |
| T2 | 3,63 ( $\pm$ 0,78)      | 8,82 ( $\pm$ 1,09)  | 5,19 ( $\pm$ 0,47) ab |
| T3 | 3,78 ( $\pm$ 0,61)      | 9,14 ( $\pm$ 2,08)  | 5,36 ( $\pm$ 1,56) ab |
| T4 | 3,96 ( $\pm$ 0,79)      | 10,91 ( $\pm$ 0,66) | 6,95 ( $\pm$ 0,79) a  |
| T5 | 3,51 ( $\pm$ 0,68)      | 10,36 ( $\pm$ 0,67) | 6,86 ( $\pm$ 0,65) a  |
| T6 | 3,26 ( $\pm$ 0,44)      | 9,46 ( $\pm$ 1,85)  | 6,20 ( $\pm$ 2,01) a  |

Em que: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância; T1 – solo puro; T2 – 75% solo + 25% composto; T3 – 50% solo + 50% composto; T4 – 25% solo + 75% composto; T5 – 50% solo + 50% composto + 100g de NPK; T6 – 50% solo + 50% composto + 50g de NPK;  $\Delta$ : diferença entre situação final (F) e inicial (I) das plantas.

Para o diâmetro do coleto (DC), as mudas de pata-de-vaca demonstraram maiores médias em tratamentos que continham maiores quantidades de lodo de esgoto compostado em sua composição (Tabela 2). Apresentaram maior crescimento em diâmetro do coleto no T4, sendo seguidas respectivamente por T5, T6, T3 e T2. Esses tratamentos não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), diferindo estatisticamente apenas de T1, tratamento testemunha.

Para as mudas de angico-vermelho, os tratamentos que resultaram em maiores crescimentos de altura foram, respectivamente, os tratamentos com maiores proporções de lodo de esgoto compostado, T4, T3 e T2, resultados que não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) dos demais (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios de altura (H) e diâmetro do coleto (DC) ( $\pm$ desvio padrão) para cada tratamento testado em mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan

| Tratamentos | Altura (cm)   |                |                  |
|-------------|---------------|----------------|------------------|
|             | H (I)         | H (F)          | ΔH               |
| T1          | 35,74 (±2,87) | 60,20 (±8,57)  | 24,46 (±6,16) a  |
| T2          | 37,02 (±7,81) | 79,50 (±14,00) | 42,48 (±18,67) a |
| T3          | 35,86 (±3,37) | 81,32 (±16,84) | 45,46 (±17,68) a |
| T4          | 38,30 (±2,91) | 86,44 (±12,49) | 48,14 (±10,49) a |
| T5          | 35,04 (±3,53) | 68,02 (±18,95) | 32,98 (±18,26) a |
| T6          | 34,54 (±5,69) | 74,30 (±23,85) | 39,76 (±31,72) a |

  

| Tratamentos | Diâmetro do coleto (mm) |               |                 |
|-------------|-------------------------|---------------|-----------------|
|             | DC (I)                  | DC (F)        | ΔDC             |
| T1          | 3,82 (±0,18)            | 9,84 (±1,28)  | 6,02 (±1,35) b  |
| T2          | 3,74 (±0,44)            | 10,82 (±0,52) | 7,08 (±0,68) ab |
| T3          | 3,76 (±0,57)            | 11,32 (±0,90) | 7,56 (±0,91) ab |
| T4          | 3,20 (±0,51)            | 12,09 (±0,73) | 7,87 (±0,88) ab |
| T5          | 3,67 (±0,66)            | 11,32 (±0,89) | 7,65 (±0,82) ab |
| T6          | 3,79 (±0,60)            | 12,71 (±1,28) | 8,87 (±1,43) a  |

Em que: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância; T1 – solo puro; T2 – 75% solo + 25% composto; T3 – 50% solo + 50% composto; T4 – 25% solo + 75% composto; T5 – 50% solo + 50% composto + 100g de NPK; T6 – 50% solo + 50% composto + 50g de NPK; Δ: diferença entre situação final (F) e inicial (I) das plantas.

O diâmetro do coleto (DC) das mudas de angico-vermelho também apresentou melhores resultados para tratamentos que levaram maiores quantidades de lodo de esgoto compostado na estruturação do solo. As maiores médias foram encontradas, respectivamente, nos tratamentos T6, T4, T5, T3 e T2, diferindo estatisticamente apenas de T1, tratamento testemunha.

Para as duas espécies, a adição de NPK (10-10-10) não apresentou alterações significativas para altura e diâmetro do coleto, sendo que para as mudas de pata-de-vaca o tratamento que apresentou maiores médias foi o que levava 75% de lodo de esgoto compostado em sua composição.

## CONCLUSÕES

O composto à base de lodo de esgoto se mostrou eficiente para a produção de mudas de pata-de-vaca e angico-vermelho, podendo ser considerado um substrato alternativo viável. A proporção ideal varia entre 25 e 75%, apresentando vantagens de crescimento maiores nos tratamentos em que havia maior percentual do composto.

A adição de NPK não proporcionou resultados melhores quando comparado a tratamentos que levaram apenas a adição de lodo de esgoto compostado, indicando que a adição desse adubo químico não trouxe melhores respostas para o crescimento das mudas de pata-de-vaca e angico-vermelho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela bolsa de Iniciação Científica e pelo auxílio financeiro que tonou o desenvolvimento do experimento possível.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos. Secretaria de Defesa Agropecuária, Brasília, 2017. 240 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 375/2006. Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 167, p. 141-146, 30 ago. 2006.

HECK, K. et al. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 54-59, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n1/v17n01a08.pdf> Acesso em: 12 de ago. 2019.

SANTOS, R. P. et al. Efeito do lodo de esgoto na produção e nutrição de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v. 7, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/enflo/article/view/36959/pdf> Acesso em 14 de ago. 2019.

SHEER, M. B. et al. Compostos de lodo de esgoto para a produção de mudas de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 613-621. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cerne/v18n4/v18n4a11.pdf> Acesso em: 16 de ago. 2019.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 657-665, jul./ago. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v38n4/09.pdf>. Acesso em: 12 de ago. 2019.