

Produção sustentável de mudas de amendoim-do-campo para uso na arborização urbana

Sustainable production of peanut seedlings for use in urban afforestation

DOI:10.34117/bjdv8n4-331

Recebimento dos originais: 21/02/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

João Eliézer de Souza Batista

Graduando do curso de Engenharia Agrônômica
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP
Endereço: Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n
CEP: 14884-900 – Jaboticabal, SP
E-mail: joaoeliezer12@gmail.com

Antonio Maricélio Borges de Souza

Mestre em Agronomia -Produção Vegetal
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP
Endereço: Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n
CEP: 14884-900 – Jaboticabal, SP
E-mail: maricelio_@hotmail.com

Kássia Barros Ferreira

Mestra em Agronomia-Produção Vegetal
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP
Endereço: Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n
CEP: 14884-900 – Jaboticabal, SP
E-mail: kassiaferreiraps@gmail.com

Guilherme Rodrigues Vieira

Mestre em Agronomia-Produção Vegetal
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP
Endereço: Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n
CEP: 14884-900 – Jaboticabal, SP
E-mail: claumargui@gmail.com

Thiago Souza Campos

Mestre em Agronomia-Produção Vegetal
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP
Endereço: Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n
CEP: 14884-900 – Jaboticabal, SP
E-mail: thiagocamposagr@gmail.com

Marcos Vieira Ferraz

Professor Doutor substituto do Curso de Engenharia Agrônômica
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP, Brasil
Endereço: Av. Universitária, 3780 – Altos do Paraíso – Fazenda Experimental Lageado
CEP: 18610-034 – Botucatu, SP
E-mail: ferrazmarcos@yahoo.com.br

Renata Bachin Mazzini-Guedes

Professora Doutora do Curso de Engenharia Agrícola
Instituição: Universidade Federal do Paraná – UFPR
Endereço: Rua Dr. João Maximiano, 426, Vila Operária
CEP: 86900-000 – Jandaia do Sul, PR
E-mail: renataguedes@ufpr.br

Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Professora Doutora do Curso de Engenharia Agrônômica
Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP
Endereço: Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n
CEP: 14884-900 – Jaboticabal, SP
E-mail: kathia.pivetta@unesp.br

RESUMO

A necessidade de estudar a utilização dos resíduos de tratamento de esgoto como substrato é de grande importância ambiental para solucionar os problemas de contaminação do solo e de corpos d'água provocados pelo despejo incorreto dos efluentes no ambiente e melhorar a qualidade da formação de mudas para paisagismo e arborização urbana. O estudo deste material foi avaliado com o desenvolvimento de mudas de amendoim-do-campo (*Platypodium elegans* Vogel) em diferentes concentrações de bio-sólido e terra de subsolo. O experimento foi instalado no Departamento das Ciências da Produção Agrícola da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram seis tratamentos, oito repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos testados foram constituídos por substratos resultantes da mistura de terra de subsolo (TS) e bio-sólido (BIO) em diferentes proporções: 100% TS (controle); 80% TS + 20% BIO; 60% TS + 40% BIO; 40% TS + 60% BIO; 20% TS + 80% BIO; T6 100% BIO. Para acompanhar o desenvolvimento das mudas de amendoim-do-campo, foram avaliados: altura da parte aérea (cm), comprimento da raiz (cm), diâmetro do coleto (mm), número de folhas, área foliar (cm²), e massa seca da parte aérea, das raízes e total. As características foram avaliadas assim que as raízes das plântulas puderam ser observadas na extremidade inferior dos tubetes. Da análise dos resultados, possibilitou-se concluir que os substratos estudados promoveram diferenças significativas para praticamente todas as características avaliadas das mudas de *P. elegans*, não existindo significância apenas para comprimento da raiz. As maiores concentrações de bio-sólido apresentaram os melhores resultados no desenvolvimento das mudas de amendoim-do-campo.

Palavras-chave: bio-sólido, *Platypodium elegans*, sustentabilidade.

ABSTRACT

The need to study the use of sewage treatment waste as substrate is of great environmental importance to solve the problems of soil and water body contamination caused by the

incorrect disposal of effluents in the environment and improve the quality of seedling production for landscaping and urban forestry. The study of this material was evaluated with the development of graceful platypodium seedlings (*Platypodium elegans* Vogel) in different concentrations of biosolid and subsoil. The experiment was carried out in the Department of Agricultural Sciences, Plant Production Sector, FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP. The experimental design was entirely randomized. There were six treatments, eight repetitions and four plants per plot. The treatments tested were substrates resulting from the mixture of subsoil (SS) and biosolid (BIO) in different proportions: 100% SS (control); 80% SS + 20% BIO; 60% SS + 40% BIO; 40% SS + 60% BIO; 20% SS + 80% BIO; T6 100% BIO. To follow the development of the graceful platypodium seedlings, the following were evaluated: shoot height (cm), root length (cm), stem diameter (mm), number of leaves, leaf area (cm²), and shoot and root dry mass, as well as total dry mass. The characteristics were evaluated as soon as the roots of the seedlings could be observed at the lower bottom of the tubes. From the analysis of the results, it was possible to conclude that the studied substrates promoted significant differences for practically all the evaluated characteristics of *P. elegans* seedlings, not existing significance only for root length. The highest concentrations of biosolid showed the best results in the development of graceful platypodium seedlings.

Keywords: biosolid, *Platypodium elegans*, sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Todas as árvores são consideradas ornamentais; no ambiente urbano, são utilizadas no paisagismo e na arborização de vias e praças públicas. A arborização no meio urbano age purificando o ar por fixação de poeiras e materiais residuais e pela reciclagem de gases através da fotossíntese; regula a umidade e a temperatura do ar; mantém a permeabilidade, fertilidade e umidade do solo e protege-o contra a erosão, e, também, reduz os níveis de ruído servindo como amortecedor do barulho das cidades. Ao mesmo tempo, do ponto de vista psicológico e social, influenciam o estado de ânimo dos indivíduos massificados com o transtorno das grandes cidades (Gomes & Soares, 2003).

Nucci (2008) salienta que as questões ambientais no âmbito de espaços urbanos construídos, ou em construção, devem ser tratadas com a mesma seriedade da discussão relacionada a preservação e conservação dos espaços naturais ou basicamente intocados, pois afetam direta e eminentemente a maior parte da população, uma vez que o desenvolvimento econômico esperado em países em desenvolvimento promove cidades crescerem bem acima de sua capacidade normal de suporte, tornando se necessário o planejamento sustentável da paisagem urbana, da qual a arborização adequada é uma das ferramentas mais eficazes para suavização das consequências indesejáveis do

adensamento populacional, sujeito à ilhas de calor extremo, enchentes e danosas taxas de poluição do ar e sonora.

Tão logo se pense em arborização de praças públicas, deve-se dar preferência às árvores nativas da região: são elas que oferecem melhor equilíbrio ecológico e abrigo à fauna. Em geral são muito bem adaptadas ao clima e às condições locais e têm crescimento vigoroso (Dardengo et al., 2022). Quando essas árvores possuem floradas com valor ornamental, como o amendoim-do-campo (*Platypodium elegans*), são ainda mais adequadas. É muito desejável que as espécies selecionadas para compor a paisagem das cidades possuam rápido desenvolvimento, todavia madeira resistente, projetando copas frondosas, porém com riscos de quebra de galho reduzidos.

Mais difundida no paisagismo interiorano onde é conhecida por amendoim-do-campo, *Platypodium elegans* Vogel pertence à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae (Faboideae); ocorre do Piauí a São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás, principalmente no Cerrado e esparsamente em áreas altas da floresta ombrófila da Mata Atlântica. Possui flores amarelas ou alaranjadas, dispostas em racimos axilares e seu porte pode alcançar até 20 metros, seu diâmetro 50 cm. Trata-se de uma árvore semidecídua, heliófila e característica, no bioma Mata Atlântica, da Floresta Estacional Semidecidual e de sua transição com as formações savânicas. Sendo assim, é uma espécie arbórea tipicamente de ambientes mais secos, apta para arborização urbana (Lorenzi, 2000; Hufford & Hamrick, 2003).

Além da escolha correta da espécie, a qualidade das mudas a serem utilizadas no paisagismo é de fundamental importância, principalmente por causa das condições adversas do ambiente urbano para o desenvolvimento das plantas. Um dos fatores que mais interfere na produção de mudas é o substrato, que é o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas (Ros et al., 2015) e deve garantir, por meio de sua fase sólida, a manutenção mecânica do sistema radicular e estabilidade da planta; da fase líquida o suprimento de água e nutrientes; e da fase gasosa, o suprimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o ar externo (Braga Junior, Bruno & Alves, 2010; Hartmann et al., 2010).

O substrato de plantio adequado é essencial para a formação de mudas robustas, capazes de se desenvolverem em indivíduos adultos saudáveis. Um bom substrato deve ser abundante, barato e preferencialmente renovável, além de ter características químico-físicas apropriadas. Todavia, algumas espécies vegetais, sobretudo de porte arbustivo ou arbóreo, não são influenciadas em sua fase inicial pela composição do substrato, como

verificado por Lopes et al. (2018) para variedades de cróton (*Codiaeum* spp.) e Bernardo et al. (2021) para mudas de pau-formiga (*Triplaris americana*). Entretanto esse comportamento não está estabelecido como regra para todas as espécies vegetais, pois muitas reagem visivelmente à influência do substrato de plantio, mesmo em fase inicial, como constatado por Muraishi et al. (2010) e Andrade et al. (2013) para ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) e aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*), respectivamente. Assim, faz-se necessário o estudo correlato entre substrato e espécie.

A floricultura está sempre em busca de materiais novos e de baixo custo para serem utilizados como substrato para o cultivo de plantas (Lopes et al., 2018). Rego et al. (2021) e Faria et al. (2016) constataram que substratos a partir de compostos orgânicos para produção vegetal, como cama aviária, podem proporcionar melhor incremento nos caracteres biométricos e crescimento de diversas espécies arbóreas. Rodrigues et al. (2016) verificaram que o substrato a partir da fibra da casca de coco verde acrescido de composto orgânico obteve desempenho semelhante para altura e massa de seca de mudas de moringa (*Moringa oleifera*) quando comparado ao uso do composto de lixo urbano e do vermicomposto.

Segundo Silva et al. (2002), o biossólido (lodo de esgoto tratado e estabilizado) é um resíduo orgânico passível de substituir, parcial ou totalmente, os fertilizantes minerais, por ser rico em matéria orgânica e nutrientes. Essa matéria orgânica atua como um dos principais componentes dos substratos, aumentando a capacidade de retenção de água e nutrientes para a formação das mudas (Abreu et al., 2017; Kratz, 2011).

Os resíduos oriundos das estações de tratamento de esgoto, quando não tratados e expostos à natureza causam danos graves ao ambiente, através da contaminação do solo e de corpos d'água. Entretanto, esses compostos podem ser tratados e estabilizados, a fim de serem utilizados como fertilizantes orgânicos, condicionadores de solo ou substrato para produção vegetal de mudas. Há algumas restrições do uso de biossólido na produção de alimentos como a possível presença de coliformes fecais, embora o processo de tratamento utilizado seja confiável e, também, devido à presença de metais pesados; essas características, no entanto, são insignificantes na produção de mudas de plantas ornamentais (Sampaio, 2010; Lacerda et al., 2021).

Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo estudar o efeito do biossólido na produção de mudas de uma espécie arbórea nativa do Brasil, de grande potencial no paisagismo e na arborização urbana, visando obter mudas de alta qualidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi conduzido durante os meses de janeiro a junho de 2021 em casa de vegetação coberta com plástico transparente e tela preta tipo sombrite® que permite a passagem de 50% de luminosidade, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP. A classificação climática da região é subtropical do tipo *Cwa* (tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso) com temperaturas mínima, média e máxima de 19,8 °C, 24,5 °C e 32,5 °C, respectivamente (Galzerano et al., 2012).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram seis tratamentos, oito repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos testados foram constituídos por substratos resultantes da mistura de terra de subsolo (TS) e biossólido (BIO) em diferentes proporções: 100% TS (controle); 80% TS + 20% BIO; 60% TS + 40% BIO; 40% TS + 60% BIO; 20% TS + 80% BIO; T6 100% BIO. Para obtenção das misturas utilizadas, tanto o biossólido, quanto a terra de subsolo foram peneirados em malha 3 mm e posteriormente homogeneizados nas concentrações supracitadas. Não foi realizado adubação mineral complementar, a fim de verificar apenas os efeitos dos tratamentos no desenvolvimento das mudas.

O biossólido utilizado foi obtido na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do município de Botucatu-SP, já adequado no fornecimento deste material para uso agrícola. O biossólido atende as exigências de acordo com Resolução Conama 375/2006 (CONAMA, 2006), sendo classificado como pertencente a Classe A e apresenta análise química, incluindo metais pesados, cujos resultados foram: carbono orgânico = 21,7% m/m; cobalto total = <0,0012 % m/m; CTC = 500 mmol/kg; S = 3,3% m/m; Fe = 4,4 % m/m; P = 3,4 % P₂O₅ (m/m); Mg = 0,22 % m/m; N = 3,7 % m/m; pH (em CaCl₂) = 5,3; K = 0,12 % K₂O (m/m); C/N = 5,86 e os metais pesados: As = 3,9 mg/kg; Cd = 1,6 mg/kg; Pb = 24,6 mg kg⁻¹; Cr = 96,8 mg kg⁻¹; Hg = <1,0⁻² mg kg⁻¹; Ni = 28,5 mg kg⁻¹; Se = <1,0² mg kg⁻¹; Ba = 296 mg kg⁻¹ e Na = 678 mg kg⁻¹. Os resultados foram determinados pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) - Centro de P&D de Solos e Recursos Ambientais - Laboratório de Fertilizantes e Resíduos.

A terra de subsolo usada foi coletada em uma área da Fazenda Experimental da FCAV/UNESP, na profundidade de 20-40 cm. O solo dessa área corresponde a um Latossolo Vermelho Distrófico Típico, com textura argilosa. As características químicas foram determinadas no Laboratório de Fertilidade do Solo (FertLab, FCAV/UNESP), com resultados: P resina = 1 mg/dm³; K⁺ = 07 mmol/dm³; CA²⁺ = 21 mmolc/dm³; Mg²⁺ =

6 mmolc/dm³; H + AL = 20 mmolc/dm³; SB = 28 mmolc/dm³; CTC = 48 mmolc/dm³; V = 58%; MO = 9 g/dm³; pH (CaCl₂) = 6,3 mmolc/dm³.

As sementes de *Platypodium elegans* foram colhidas de matrizes existentes no horto florestal da FCAV Unesp – Jaboticabal. A semeadura foi realizada em tubetes com capacidade volumétrica de 250 cm³ acondicionados em bandejas de polipropileno com capacidade para 54 recipientes, contendo os substratos de acordo com o tratamento. Os tubetes foram suspensos em bancadas de malhas metálicas a 70 cm do solo em vegetação coberta com tela tipo sombrite. Foram distribuídas três sementes por tubete. Após emergência foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma plântula por recipiente, utilizando-se como critério a plântula de maior vigor e mais centralizada. A irrigação das mudas foi realizada por meio de microaspersores acionados automaticamente, três vezes ao dia com duração de 5 min cada.

O momento da avaliação foi definido a partir do instante em que foi possível observar as raízes das plântulas começarem a aparecer na extremidade inferior dos tubetes, sendo avaliadas as características: altura da parte aérea (cm), obtida a partir do nível do substrato até a ponta da última folha, e comprimento da raiz (cm) com auxílio de régua graduada em centímetros; diâmetro do coleto (mm) determinado ao nível do substrato, com uso de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (Western® PRO DC-6); número de folhas, verificado por contagem visual das folhas totalmente expandidas; área foliar (cm²), com auxílio de um medidor eletrônico de área foliar (Li-3100C, LICOR®, Lincoln, Nebraska, USA); massa seca da parte aérea, das raízes e total, as quais foram obtidas após a secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C até atingir peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança de precisão de 0,001g (SHIMADZU®, modelo AY220) e os resultados expressos em gramas. A massa seca total foi obtida somando-se as massas secas da parte aérea e das raízes.

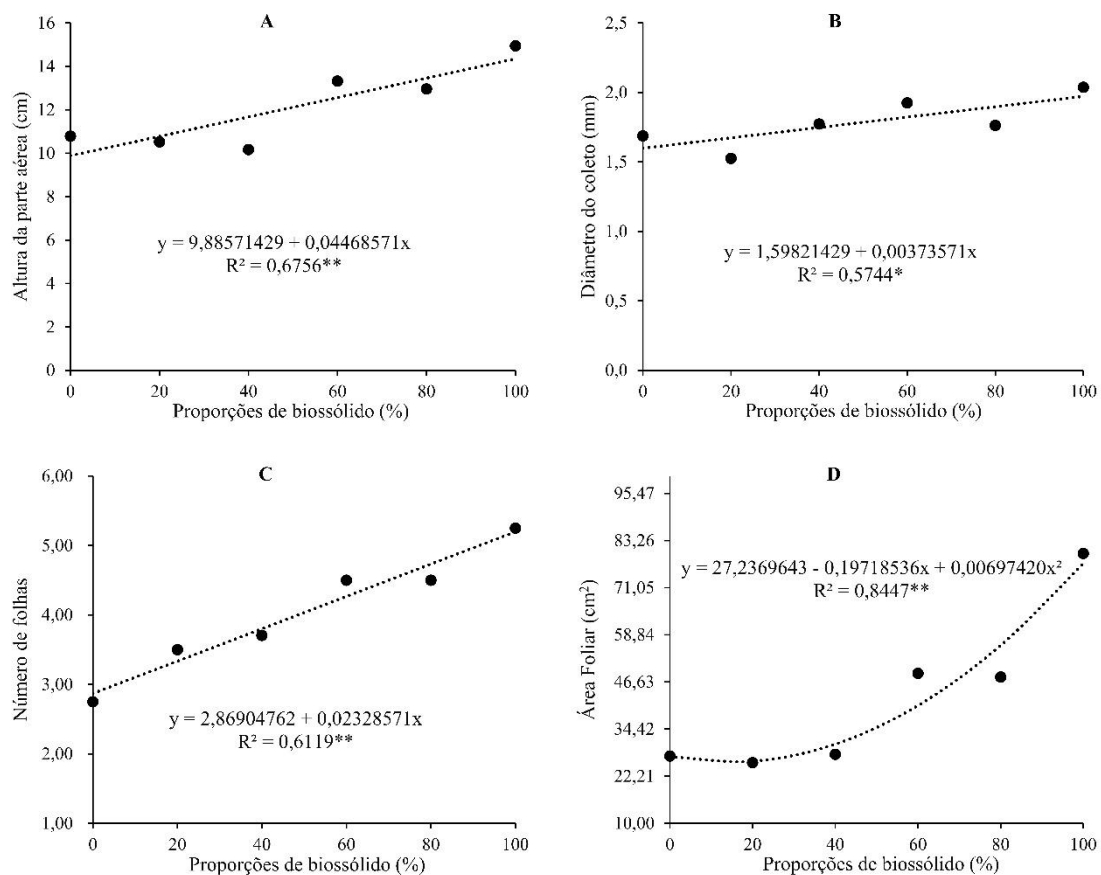
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo Teste F e, quando significativo, realizou-se a análise de regressão polinomial a 5% ($p < 0,05$) sendo escolhidas as equações significativas com maior coeficiente de determinação (R^2). O *software* estatístico utilizado foi o AgroEstat® versão 1.1.0.711 (Barbosa & Maldonado Júnior, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo em praticamente todas as características avaliadas das mudas de *Platypodium elegans*, não existindo significância apenas para comprimento da raiz ($p > 0,05$).

A altura da parte aérea apresentou comportamento linear com incremento conforme o aumento da proporção de biofóssido na composição do substrato (Figura 1A). Levando em consideração que os tratamentos não receberam adubação complementar, é possível que isso tenha afetado negativamente o crescimento em altura das mudas produzidas no tratamento controle (100% terra de subsolo) pois, Silva et al. (2015) relatam que em muitos viveiros convencionais a produção de mudas é feita utilizando-se apenas terra de subsolo como substrato, cuja baixa fertilidade pode comprometer o desenvolvimento das plantas.

Figura 1. (A) Altura da parte aérea, (B) diâmetro do coleto, (C) número de folhas e (D) área foliar de mudas de *Platypodium elegans* produzidas em substratos com diferentes proporções de biofóssido.



Teste F: ** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. Em que: 0 = 100% TS; 20 = 20% BIO + 80% TS; 40 = 40% BIO + 60% TS; 60 = 60% BIO + 40% TS; 80 = 80% BIO + 20% TS; 100 = 100% BIO.

Ainda, o resultado observado para crescimento da parte aérea pode estar associado a presença de nutrientes contidos no bio sólido, conforme demonstrado na caracterização química realizada, e com isso ocorreu melhor nutrição e crescimento em altura das mudas, pois uma das principais vantagens do bio sólido como substrato é o melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, visto que parte deles está na forma orgânica e é liberada gradativamente, suprimindo as necessidades nutricionais das mudas de forma adequada (Abreu et al., 2017). Dessa forma, é possível inferir que os nutrientes presentes no tratamento controle (100% terra de subsolo) não foram suficientemente adequados para auxiliar no crescimento das mudas, proporcionando mudas com características inferiores aos demais tratamentos.

Para diâmetro do coleto, observa-se incremento conforme o aumento do bio sólido na composição do substrato, com melhor ajuste o modelo de regressão linear (Figura 2B). Essa é uma das características mais observadas ao se avaliar a qualidade das mudas em viveiro, pois pode indicar a capacidade de sobrevivência e, conseqüentemente, o crescimento das mudas em campo (Grossnickle & Macdonald, 2018). Além disso, um bom desenvolvimento do coleto, durante a formação de mudas, reflete aspecto de mudas vigorosas, uma vez que tamanho do diâmetro está relacionado à capacidade de transporte de fotoassimilados da planta (Araújo et al., 2020).

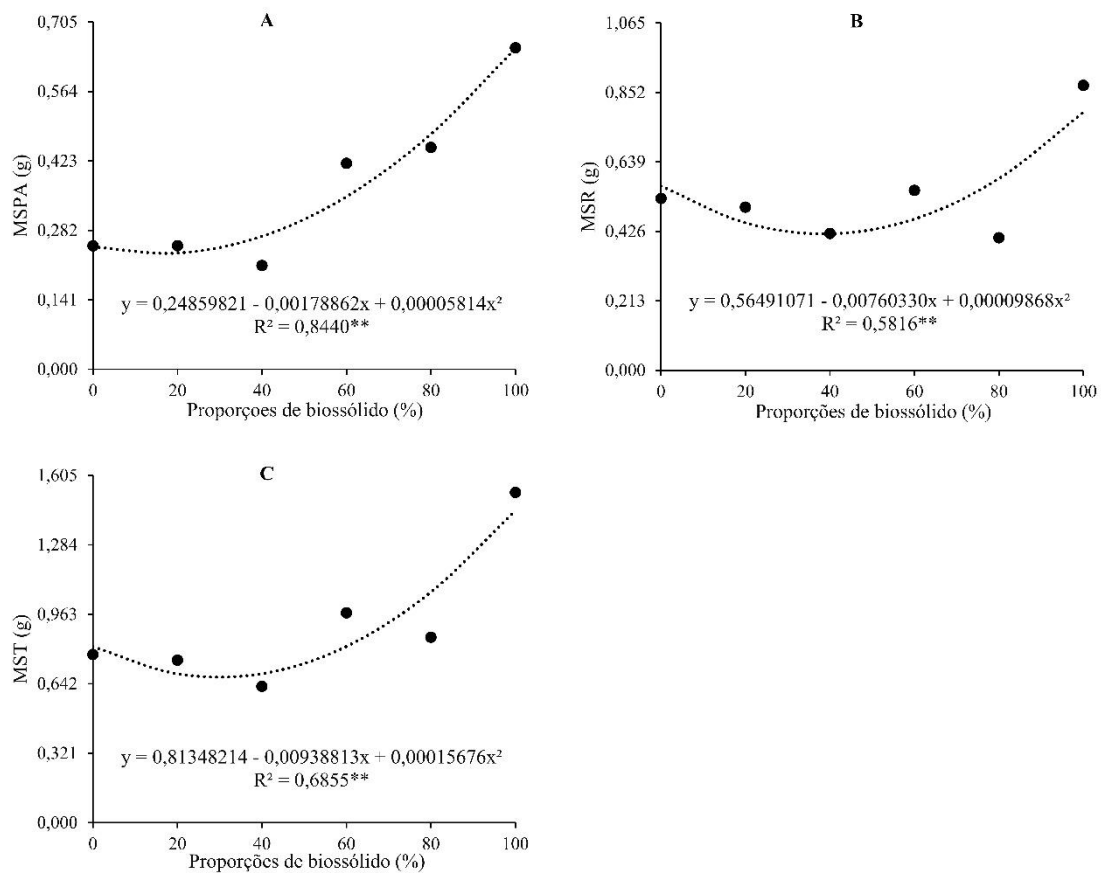
Com relação ao número de folhas, o modelo que melhor se ajustou foi o linear, havendo incremento desde o tratamento controle (100% terra de subsolo) (Figura 1C). O número de folhas é um parâmetro usado na seleção das melhores mudas além de descrever a capacidade fotossintética que a planta possui, pois nas folhas ocorre a fixação de CO₂ por intermédio da fotossíntese, onde há produção de fotoassimilados (Gasparin et al., 2014; Taiz et al., 2017).

Já para a característica área foliar, o melhor ajuste da regressão foi o quadrático, sendo observado incremento conforme o aumento da proporção de bio sólido na composição do substrato (Figura 1D). A característica área foliar é de grande importância na avaliação da qualidade de mudas, pois a quantidade de fotoassimilados na planta é, geralmente, proporcional à sua área foliar (Cavalcante et al., 2016). Estudos mostram que um aumento no número de folhas por planta se correlaciona diretamente com um aumento na área foliar (Menegatti et al., 2017), conforme observado no presente trabalho.

A avaliação das características massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total exibiram uma resposta quadrática no ajuste das equações da análise de regressão (Figuras 2A, 2B e 2C). Para ambas as características, houve incremento em

acúmulo de biomassa seca conforme o aumento das proporções de biossólido na composição do substrato.

Figura 2. (A) Massa seca da parte aérea – MSPA, (B) massa seca de raiz e (C) massa seca total de mudas de *Platypodium elegans* produzidas em substratos com diferentes proporções de biossólido.



Teste F: ** Significativo a 1% de probabilidade. Em que: 0 = 100% TS; 20 = 20% BIO + 80% TS; 40 = 40% BIO + 60% TS; 60 = 60% BIO + 40% TS; 80 = 80% BIO + 20% TS; 100 = 100% BIO.

A massa seca da parte aérea é um indicador da rusticidade de uma muda (Damasceno et al., 2019). Da mesma forma, a fitomassa seca de raízes é uma variável fundamental para produção de mudas, uma vez que condiciona a capacidade da planta em particionar fotoassimilados às raízes, contribuindo para o seu crescimento (Andrade et al., 2015). Ainda, raízes com maior massa seca tendem a apresentar maior número de ápices radiculares e possuem maior eficiência na absorção e transporte de água e nutrientes, principalmente, na produção de fitormônios (Afonso et al., 2012). Complementarmente, uma maior eficiência obtida na captação de energia solar pela característica massa seca da parte aérea, resulta em maior massa seca total (Souza et al., 2020), conforme demonstram os resultados obtidos (Figura 2).

Substratos que contenham altos teores de matéria orgânica, favorecem a formação de raízes laterais nas plantas, promovendo o aumento da atividade radicular, tornando-as mais eficientes no transporte de nutrientes (Meirelles, Baldotto & Baldotto, 2017). Os resultados indicam, portanto, que houve uma adequada alocação de massa seca para os diferentes órgãos vegetais.

Diversos autores também relataram que o bio sólido demonstrou potencial como componente de substrato para produção de mudas de várias espécies florestais (Santos et al., 2014; Cabreira et al., 2017; Abreu et al., 2019; Siqueira et al., 2019; Souza et al., 2019). Os autores associam os resultados obtidos a composição nutricional do bio sólido. Esse material compõe-se por ser rico em matéria orgânica e nutrientes, que pode ser usado como condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Possui ainda alta capacidade de substituir em parte ou totalmente o uso de substratos e fertilizantes, atendendo as demandas nutricionais das plantas (Ferraz, Poggiani & Silva, 2016; Souza et al., 2019; Djandja et al., 2020).

4 CONCLUSÃO

O bio sólido na composição do substrato se mostrou eficiente na produção de mudas de *Platypodium elegans*, com destaque para as maiores proporções, pois apresentaram as melhores respostas para as características morfológicas avaliadas.

AGRADECIMENTOS

À companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) pelo fornecimento do bio sólido. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa ao primeiro autor (Processo nº 556) e bolsa de produtividade em pesquisa do último autor (Processo nº 310500/2018-4).

REFERÊNCIAS

- ABREU, A.H.M. de; ALONSO, J.M.; MELO, L. A; LELES, P.S.S.; SANTOS, G. R. Caracterização de biossólido e potencial de uso na produção de mudas de *Schinus terebinthifolia* Raddi. **Eng Sanit Ambient**, v. 24, n. 3, p. 591-599, 2019.
- ABREU, A. H. M. de; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABEL, E. L. S.; OLIVEIRA, R. R. Characterization of sewage sludge generated in Rio de Janeiro, Brazil, and perspectives for agricultural recycling. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, Supl. 1, p. 2433-2448. 2017.
- ANDRADE, A. P; BRITO, C. C. DE; SILVA JÚNIOR, J; COCOZZA, F. DEL M; SILVA, M. A. V. Estabelecimento inicial de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 37, n. 4, p.737-745, 2013.
- ANDRADE, F. R; PETTER, F. A; JUNIOR, B. H. M; GONÇALVES, L. G. V; SCHOSSLER, T. R; NÓBREGA, J. C. A. Formulação de substratos alternativos na formação inicial de mudas de ingazeiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 14, n. 4, p. 234-239, 2015.
- AFONSO, M. V.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong)., v. 36, n. 6, p. 1019-1026, 2012.
- ARAÚJO, J. B.; SILVA-MATOS, R. R. S.; AMORIM, D. J.; MORAIS, V. P., ARAÚJO, G. B., SANTOS, G. M. S.; CORDEIRO, K. V. Substrato a base de bagana de carnaúba na propagação vegetativa de *Ocimum basilicum*. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e761997879, 2020.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônômicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal: Unesp, 2015.
- BERNARDO, F. G; SILVA, P. A. F; OLIVEIRA, G. C. B; SOUSA, A. A; SERAFIM, E. O; OLIVEIRA, N. P; MADALENA JÚNIOR, N. S; NASCIMENTO, H. H. C. Biometria e matéria seca de plântulas de pau formiga quando submetidas a diferentes substratos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p.79487-79498, 2021.
- BRAGA JUNIOR, J. M.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U. Emergência de plântulas de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae) em função de substratos. **Revista Árvore**, v. 34, n. 4, p. 609-616, 2010.
- CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M.; LOPES, N. F.; SANTOS, G. R. Biossólido como componente de substrato para produção de mudas florestais. **Floresta**, v. 47, n. 2, p. 165-176, 2017.
- CAVALCANTE, A. L. G.; OLIVERIA, F. A.; PEREIRA, K. T. O.; DANTAS, R. P.; OLIVEIRA, M. K. T.; CUNHA, R. C.; SOUZA, M. W. L. Desenvolvimento de mudas de mulungu fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Floresta**, v. 46, n. 1, p. 47-55, 2016.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução no 375/2006, de 29/8/2006.** <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano/>. 29 Set. 2006.

DAMASCENO, A. S. S.; BOECHAT, C. L.; MORAIS, J.; GONÇALVES, B. P. S.; ARAUCO, A. M. S. Soil classes and regional organic residues affect nutrition, morphology and quality of copaiba seedlings. **Cerne**, v. 25, n. 2, p. 131-139, 2019.

DARDENGO, J. F. E; ROSSI, A. A.B; PEDRI, E. C. M; PENA, G. F; SANTOS, J. S; HOOGERHEIDE, E. S. S. Agrobiodiversidade em quintais agroflorestais no norte de Mato Grosso. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 2578-2593, 2022.

DJANDJA, O. S.; WANG, Z. C.; WANG, F.; XU, Y. P.; DUAN, P. G. Pyrolysis of municipal sewage sludge for biofuel production: a review. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 59, n. 39, p. 16939-16956, 2020.

FERRAZ, A. V.; POGGIANI, F.; SILVA, P. H. M. Aplicação de lodo de esgoto seco e fertilizantes minerais em plantios de *Pinus caribaea* var. hondurensis: produtividade e balanço de nutrientes. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 112, p. 959-970, 2016.

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. Substratos alternativos na produção de mudas de *Mimosa setosa* Benth. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1075-1086, 2016.

GALZERANO, L.; MALHEIROS, E. B.; MORGADO, E. S.; COSTA, J. P. R.; CAPUTTI, G. P.; RUGGIERI, A. C. Medidas lineares na estimativa da área foliar do capim-aruaana. **Nucleus Animalium**, v. 4, n. 1, p. 1-4, 2012.

GASPARIN, E.; AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DORNELES, D. U.; FOLTZ, D. R. B. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 553-563, 2014.

GOMES, M.A.S.; SOARES, B.R. A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudos Geográficos**, v.1, n.1, p.19-29, 2003.

GROSSNICKLE, S. C.; MACDONALD, J. E. Seedling quality: history, application, and plant attributes. **Forests**, v. 9, p. 283, 2018.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 928 p. 17, 19p. 1997.

HUFFORD, K. M; HAMRICK, J. L. Viability selection at three early life stages of the tropical tree, *Platipodium elegans* (Fabaceae, Papilionoideae). **Evolution**, v. 57, n. 3, p.518-526, 2003.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

LACERDA, S. M. P.; SILVA, J. O. DA; ROCHA, F. A.; OLIVEIRA, J. T. DE; SILVA, T. O. DA; NORONHA, R. H. DE F.; SANTOS, L. M.; SOUZA, V. L. Lodo de esgoto da ete como fonte de nitrogênio na cultura da margarida (*Leucanthemum maximum*). **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p.121518-121529, 2021.

LOPES, M. C.; MATEUS, C. M. D.; ALVES, D. A. S.; TAVARES, A. R.; SANCHES, L. V. C.; VILLAS BOAS, R. L. Sewage sludge compost as a substrate for croton seedlings production. **Ornamental Horticulture**, v. 24, n. 4, p. 380-386, 2018.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol. 1/ Harri Lorenzi. – 3. Ed. – Nova Odessa, SP; Instituto Plantarum, 2000. 352 p.

MEIRELLES, A. F. M.; BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos e bactérias diazotróficas, em condições de campo. **Revista Ceres**, v. 64, n. 5, p. 553-556, 2017.

MENEGATTI, R. D.; GUOLLO, K.; NAVROSKI, M. C.; VARGAS, O. F. Fertilizante de liberação lenta no crescimento inicial de *Aspidosperma parvifolium* A. DC. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 1, n. 2, p. 45-49, 2017.

MURAISHI, R. I.; GALBIATTI, J. A.; NOBILE, F. O. DE; BARBOSA, J. C. Compostos orgânicos como substratos na formação de mudas de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysostricha* (Mart. Ex. Dc.) standl) irrigadas com água residuária. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p.1081-1088, 2010.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental & adensamento urbano: um estudo de ecologia da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. 2ª edição. Curitiba: O Autor, 2008. 150p.; il.

REGO, F. C.; DAMASCENO, J. DE L.; SILVA, R. T. L.; ESTEVES JÚNIOR, F. C.; DEMARTELAERE, A. C. F.; LEÃO, F. DE A. DO N.; SANTOS, P. S. DOS; COUTINHO, P. W. R.; MATA, T. C. DA; COSTA, A. P. DA; SILVA, T. P. DE P.; PAIVA, L. L. DE; RUPPENTHAL, V.; ARAÚJO, W. L.; LORENZETTI, E.; SILVA, L. H. P. DA; ABREU, L. C. P. C. DE; OLIVEIRA, J. M. DE; ABRAÃO, P. C.; BERNARDI, D.; SOUZA, J. B. DE; Adubação orgânica e mineral no crescimento inicial de mudas de *Cedrela fissilis* Vellozo. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.11, p.103918-103940, 2021.

RODRIGUES, L. A.; MUNIZ, T. A.; SAMARÃO, S.; CYRINO, A. E. Qualidade de mudas de *Moringa oleifera* Lam. cultivadas em substratos com fibra de coco verde e compostos orgânicos. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 545-552, 2016.

ROS, C. O.; REX, F. E.; RIBEIRO, I. R.; KAFER, P. S.; RODRIGUES, A. C.; SILVA, R. F.; SOMAVILLA, L. Uso de substrato compostado na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* e *Cordia trichotoma*. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 549-558, 2015.

SAMPAIO, A.O. Adequação das estações de tratamento de esgotos sanitários à resolução número 375 do CONAMA. In: COSCIONE, A.R.; NOGUEIRA, T.A.R.; PIRES, A.M.M. **Uso agrícola de lodo de esgoto: avaliação após a Resolução nº 375 do CONAMA.** Botucatu: FEPAF. p. 265-278, 2010.

SANTOS, F.E.V.; KUNZ, S.H.; CALDEIRA, M.V.W.; AZEVEDO, C.H.S.; RANGEL, O.J.P. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 9, p. 971-979, 2014.

SIQUEIRA, D. P.; BARROSO, D. G.; CARVALHO, G. C. M. W.; ERTHAL, R. M.; RODRIGUES, M. C. C.; MARCIANO, C. R. Lodo de esgoto tratado na composição de substrato para produção de mudas de *Plathymenia reticulata* Benth. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 728-739, 2019.

SOUZA, A. G.; SMIDERLE, O. J.; ARAUJO, R. M.; MORIYAMA, T. K.; DIAS, T. J. Controlled-release fertilizer and substrates on seedling growth and quality in *Agonandra brasiliensis* in Roraima. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 3, p. 70-80, 2020.

SOUZA, T. J. S.; ALONSO, J. M.; LELES, P. S. S.; ABEL, S.; RIBEIRO, J. G.; SANTANA, J. E. S. Mudanças de *Luehea divaricata* produzidas com biossólido de duas estações de tratamento de esgoto. **Advances in Forestry Science**, v. 6, n. 2, p. 595-601, 2019.

SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; SHARMA, R. D. Alternativa agronômica para o biossólido produzido no Distrito Federal. I. Efeito na produção de milho e na adição de metais pesados em Latossolo no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 487-495, 2002.

SILVA, F. A. M.; SOUZA, I. V.; ZANON, J. A.; NUNES, G. N.; SILVA, R. B.; FERRARI, S. Produção de mudas de juçara com resíduos agroindustriais e lodo de esgoto compostados. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 2, p. 109-121, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 6. ed., 2017. 888p.